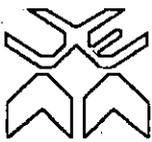


633.3 : 631.8 (679.9)

Cho

EXT-37



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

Departamento de Engenharia Rural

Tese de Licenciatura

18453

Avaliação do efeito da aplicação do estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de Feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Daniel Azarias Chongo

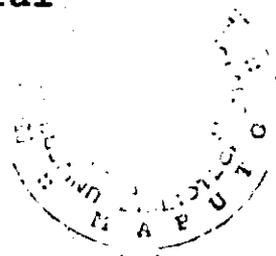
633.3 : 639.8 (679.9)
cho

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE AGRONOMIA E ENG^a FLORESTAL

Departamento de Engenharia Rural

TESE DE LICENCIATURA



AVALIAÇÃO DO EFEITO DA APLICAÇÃO DE ESTRUME DE CURRAL
E COMBINAÇÃO COM NPK NO RENDIMENTO DO FEIJÃO VERDE
(*Phaseolus vulgaris* L.), NO REGADIO DE MAFUIANE.

SUPERVISORA: Eng^a M^a Zélia Menete

ESTUDANTE: Daniel Azarias Chongo

MAPUTO, Junho 1998

Àos meus irmãos

Arsénio/Arménio

ÍNDICE

CONTEÚDO.....	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE ANEXOS	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
SUMÁRIO.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. GENERALIDADES.....	1
1.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	2
1.2.1. Localização.....	2
1.2.2. Geologia/Geomorfologia.....	3
1.2.3. Pedologia.....	3
1.2.4. Clima.....	3
1.2.5. Sistemas de produção.....	4
1.3. OBJECTIVOS DO ESTUDO.....	7
1.3.1. Geral:.....	7
1.3.2. Específicos:.....	7
2. ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ENSAIOS NAS MACHAMBAS DOS CAMPONESES (ON-FARM).....	8
2.1. DESCRIÇÃO DO FEIJÃO VERDE.....	8
2.2. IMPORTÂNCIA DOS ADUBOS ORGÂNICOS.....	8
2.2.1. Factores que afectam a disponibilidade de nutrientes na matéria orgânica.....	9
2.3. DISPONIBILIDADE DO ESTRUME DO CURRAL.....	11
2.4. CARACTERÍSTICAS DOS ENSAIOS EM PROPRIEDADES AGRÍCOLAS.....	13
2.4.1. Importância dos ensaios em machambas dos camponeses (on-farm).....	13
2.4.2. Alguns problemas relacionados com ensaios em machambas dos camponeses.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1. SELECÇÃO DAS MACHAMBAS.....	16
3.2. DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	17
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MONTAGEM DO ENSAIO.....	18
3.3.1. Delineamento experimental.....	18
3.3.2. Montagem do ensaio.....	19
3.4. GESTÃO DO ENSAIO.....	19
3.4.1. Grau de intervenção dos camponeses.....	19
3.4.2. Responsáveis das machambas.....	21
3.4.3. Práticas culturais.....	22
3.5. VARIÁVEIS MEDIDAS.....	26
3.5.1. Colheita de amostras.....	26
3.6. MÉTODOS DE ANÁLISE.....	28
3.6.1. Análise estatística.....	28
3.6.2. Análise económica.....	29
3.7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	31

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. ESTRUME DE CURRAL.....	32
4.2. RENDIMENTO.....	32
4.2.1. <i>Relação entre machambas</i>	32
4.2.2. <i>Relação entre níveis de adubação</i>	34
4.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO.....	37
4.4. ANÁLISE ECONÓMICA DA APLICAÇÃO DO ESTRUME DE CURRAL OU COMBINAÇÃO COM NPK.....	41
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	43
5.1. CONCLUSÕES.....	43
5.2. RECOMENDAÇÕES.....	45

LISTA DE TABELAS

TABELA	COTEÚDO	página
Tabela 2.1.	Disponibilidade de estrume para diferentes animais.....	12
Tabela 3.1.	Apresentação dos tratamentos e suas respectivas codificações.....	18
Tabela 3.2.	Características do ensaio.....	19
Tabela 3.3.	Responsáveis das machambas e seus agregados.....	21
Tabela 3.4.	Culturas anteriores ao estudo.....	22
Tabela 3.5.	Datas de preparação do solo.....	22
Tabela 3.6.	Controlo de pragas doenças e infestantes em dds.....	25
Tabela 4.1.	Composição do estrume de curral utilizado.....	32
Tabela 4.2.	Médias dos rendimentos (ton/ha) das três machambas.....	33
Tabela 4.3.	Apresentação da comparação de grupos de tratamentos e os respectivos rendimento (ton/ha).....	34
Tabela 4.4.	Apresentação da comparação de outros grupos de tratamentos e os respectivos rendimento (ton/ha).....	36
Tabela 4.5.	Médias das características químicas do solo analisadas para os seis tratamentos nas três machambas.....	38
Tabela 4.6.	Médias dos rendimentos (ton/ha) dos seis tratamentos nas três machambas.....	43
Tabela 4.7.	Apresentação dos benefícios económicos dos tratamentos.....	44

LISTA DOS ANEXOS

ANEXOS	CONTEÚDO	Página
ANEXO 1	Apresentação da área do estudo- Regadio de Mafuiane e as parcelas utilizadas no estudo.....	49b
ANEXO 2	Apresentação dos tratamentos aleatorizados nas machambas.....	50
ANEXO 3	Tabela das características químicas do solo determinadas 55 dds e 15 das em relação ao rendimento de feijão verde (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	50b
ANEXO 4	Análise combinada de variância das características químicas do solo determinadas no estudo, para as seis adubações nas três machambas.....	51
ANEXO 5	Métodos laboratoriais utilizados para a determinação das características químicas do solo analisadas.....	57

Agradecimentos

Agradeço o apoio prestado pela supervisora Eng^a Maria Zélia Menete, durante todas as fases do trabalho.

Ao projecto PSW que apoiou financeiramente este trabalho, incluindo as 2 viagens semanais que eram realizadas.

À PRORURAL, casa agrária de Mafuiane, pelo apoio em material e transporte. Agradecimentos especiais aos técnicos Cawa, Rafik e Tualibo, que foram de bastante ajuda no melhoramento das relações entre o investigador e os agricultores locais.

Aos agricultores de Mafuiane, o Sr. Armando Nwamba pelo fornecimento de estrume de curral e à dona Luísa Muchanga, Angélica Tlavane e Gaspar Mbalate por terem aceite a doação dos seus escassos recursos para que este estudo se tornasse uma realidade.

Ao Higino e dona Graça pela ajuda nas pesagens dos adubos.

Sem deixar de mencionar o apoio prestado pelos técnicos Luís Matlombe, António Machava e Carlos Nhuwane do Laboratório de Ciência do Solo da Faculdade de Agronomia e Eng^a Florestal, na determinação das características químicas do solo.

Aos meus pais Rufina Mabalenhane Dlhovo e Azarias Joaquim Chongo não só por terem demonstrado serem bons educadores mas também pelo apoio moral e material que prestaram durante a minha formação.

A todos que directa ou indirectamente contribuíram para que este trabalho se tornasse uma realidade.

SUMÁRIO

Com finalidade de avaliar o efeito da aplicação de estrume bovino no rendimento do feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L. var. cotender) e em algumas características químicas do solo, pH-H₂O, Bases Trocáveis (BT), Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Soma de Bases (SB), Matéria Orgânica (M.O), Nitrogénio total (N_{tot.}) e Fósforo assimilável (Pass.), foi conduzido um ensaio, de 15 de Janeiro a 28 de Março de 1997, em propriedades agrícolas dos camponeses da aldeia Mafuiane. As machambas S9, S1 e F16, com solos basálticos vermelhos e líticos foram utilizadas para o estudo.

Duas repetições e seis níveis de adubações distintas foram administradas às três machambas; Os níveis de adubações administradas foram as seguintes: Controlo (C), 10 toneladas de estrume bovino (E1), 20 toneladas de estrume bovino (E2), 10 ton.estr. bovino+15 Kg de N+30 Kg de P+15 Kg de K (EN1), 20 ton.estr.bovino+15 Kg de N+30 Kg de P+15Kg de K (EN2) e adubação mineral actualmente em uso no local 30 Kg de N+60 Kg de P+30 Kg de K (N)-(a partir de NPK 12:24:12). Antes da adubação foram colhidas amostras do solo. Foi semeado o feijão verde 15 dias depois da aplicação dos adubos; a colheita das vagens e amostras do solo foram feitas 55 dias depois da sementeira (dds).

Com base no método de contraste ortogonais simples o rendimento da vagem fresca de feijão verde das adubações melhorou significativamente em relação ao controlo (C). A adubação mineral, N, resultou em rendimento significativamente superior a adubação com estrume puro, E1 e E2, bem como para a adubação combinada, EN1 e EN2. Contudo não houve diferenças significativas entre a adubação mineral, N, e a adubação combinada, EN1 e EN2.

A adubação combinada estrume e NPK, tratamentos EN1 e EN2, não só melhorou significativamente o nível de matéria orgânica M.O. no solo; com o teste de Duncan ao nível de significância de 5%, mas também se mostrou ser uma boa fonte de cationes trocáveis, nitrogénio total (N_{tot.}) e fósforo assimilável (Pass.).

Camponeses de baixa renda podem melhorar o rendimento de feijão verde, CTC e M.O. com aplicação do tratamento E1, e podem obter a maior margem bruta com a aplicação do tratamento EN2.

1. INTRODUÇÃO

1.1. GENERALIDADES

O interesse pelo uso de material orgânico como adubo tem ganho espaço cada vez maior nos últimos anos no mundo. Pesquisas recentes têm mostrado que a adição de material orgânico pode melhorar algumas características físico-químicas do solo, nomeadamente, melhoria da estrutura do solo resultando na diminuição da erosão, aumento considerável da capacidade de troca de cationes (CTC), estímulo da actividade microbiana, facilidade de penetração das raízes no solo, melhoria na capacidade de retenção de água no solo além de aumentar a produção agrícola.

Em Moçambique o uso de adubos inorgânicos é muito baixo devido principalmente aos elevados custos que muitas vezes o camponês não está disposto ou não tem possibilidades de pagar. A utilização de resíduos rurais orgânicos, disponíveis na machamba ou próximo a ela, para fins agrícolas surge como alternativa de baixo custo para a manutenção e recuperação da fertilidade de solo para agricultores descapitalizados, visto que eles são uma boa fonte de nutrientes. Embora esta prática seja conhecida, poucos são estudos que mostrem a relevância da sua utilização em Moçambique e, conseqüentemente, há poucas campanhas de disseminação dos mesmos.

A matéria orgânica usada como adubo pode ter origem variada: (i) a partir de restos vegetais, (ii) excrementos de animais, (iii) lixo de cidades, (iv) desperdícios ou subprodutos de fábricas de processamento como o caso de bagaço de mafurra, de copra e de algodão, e (v) restos de papel, só que este último diz-se que a tinta pode ser tóxica as culturas (Rynk 1992).

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

*A adopção de certo material como adubo orgânico depende dos factores culturais, hábitos já enraizados na região e dos custos de aplicação (Rynk 1992). Se for um método novo, os camponeses podem reagir negativamente a esta prática. Haverá nesse caso, necessidade de esclarecimentos aos camponeses da importância do novo método. Outros aspectos tais como cheiro, tamanho das partículas, concentração e estabilidade dos nutrientes, motivação, tempo e energia gastos pelo camponês na aplicação do adubo orgânico, também merecem a devida atenção para não competir com outras actividades familiares/sociais vitais (Inckel 1990)

Nesta área, de adubação orgânica, ao nível da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) já foram realizados dois estudos: O primeiro por Spittel (1987-1991) para analisar o efeito do adubo orgânico: bagaço de mafurra e adubos verdes: folhas de leucaena, de cajueiro, de dlanhocane, de nembembe e de moringa no rendimento de milho e amendoim no seu estudo sobre a vulnerabilidade dos agregados familiares chefiados pelas mulheres, nas zonas verdes de Maputo. Este ensaio foi realizado no campo experimental das zonas verdes e nas machambas dos camponeses (documento não publicado); e o segundo por Ribeiro (1996) usando adubação combinada de bagaço de mafurra e ureia para a cultura de alface no campo experimental da FAEF.

Contudo os dois trabalhos não deram consideração às alterações nas características físicas nem químicas do solo que daí resultaram. Com efeito este trabalho surge como alternativa de se estabelecer uma relação entre as mudanças no rendimento e de algumas características químicas do solo relevantes para a cultura em estudo.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

1.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1.2.1. Localização

O presente trabalho foi realizado nas machambas dos camponeses da aldeia Mafuiane que fica situada a 40 Km da cidade de Maputo, na estrada Nacional nº 2 que liga Maputo-Namaacha, no distrito de Namaacha, entre latitude 26°01'47"-26°03'21" Sul; longitude 32°13'11"-32°16'00" Leste.

1.2.2. Geologia/Geomorfologia

A área de Mafuiane é dominada pelas rochas basálticas e riolíticas da idade de Jurássico-Cretácico (Karoo-Stormberg). A topografia é circundante e quase plana com declives de 0-1%, com variação da altitude de 30 a 55 metros sobre o nível médio das águas do mar (NMAM).

1.2.3. Pedologia

A classificação baseada na geologia mostra que predominam solos de origem basáltica. Sendo os solos basálticos vermelho (BV) os mais predominantes ocupando cerca de 60% da área total irrigada. Estes subdividem-se em basálticos vermelhos com profundidade de 50 a 100 cm e basálticos vermelhos com profundidade superior a 100 cm). Estes solos apresentam um relevo de 1-2% de declive e são classificados como Luvisolos háplicos segundo o sistema da FAO-Mapa dos Solos do Mundo; são solos bem a moderadamente bem drenados; a textura é do tipo franco argilosa a argilosa (Vilânculos e Serno 1990).

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

1.2.4. Clima

Vilanculos e Serno (1993) baseando-se nos dados da estação de Umbeluzi (a 10 Km de Mafuiane, Lat. 26°03', Long. 32°32' e 12 m ao NMAM) descreveram a região como apresentando precipitação média anual de 678.6 mm; temperatura média anual de 22.9°C, sendo Janeiro o mês mais quente com temperatura média de 25.6°C e Julho o mês com temperatura média mais baixa de 17.6°C.

A evapotranspiração (evaporação segundo Penman) total média é de 1419.9 mm, os valores mais altos registam-se no mês de Novembro e Dezembro 162.2 e 161.1 mm respectivamente, e os valores mais baixos em Junho e Julho, cujos valores são 60.5 e 62.2 mm respectivamente.

1.2.5. Sistemas de produção

A região de estudo compreende uma área irrigada por gravidade de 142 ha, com prioridade à produção de hortícolas, basicamente, para abastecer a cidade de Maputo e uma pequena parte abastece o mercado local. O presente trabalho foi elaborado para a cultura de **feijão verde** (*Phaseolus vulgaris* L.) nas machambas dos camponeses. Esta cultura, em relação às outras hortícolas, mostra ser estratégica para a região de estudo (Mafuiane) uma vez que ocupa maior área cultivada, depois do milho. Este facto deve-se não só ao valor de produção ser relativamente elevado¹ em relação aos custos de produção, mas também pela facilidade no transporte, em relação às outras hortícolas. E ainda mais, requer menos mão de obra devido ao seu curto ciclo de desenvolvimento.

¹ 1 Kg de feijão verde custa:
no Mercado Central 12.000,00 MT
em Mafuiane 6.000,00 MT (dados de Abril de 1997).

Para o presente trabalho usou-se estrume de curral, para a adubação de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.), nas machambas dos camponeses de Mafuiane, por três razões a saber:

- i. O estrume de curral está disponível quase todo ano,
- ii. Alguns camponeses locais já tem utilizado estrume de curral no seu sistema de produção e
- iii. É uma maneira de aproveitar de forma sustentável os benefícios indirectos da implementação do programa de fomento e repovoamento pecuário na base de bovinos no distrito de Boane.

1.2.5.1. Feijão verde

As vagens verdes, juntamente com as sementes ricas em proteínas, cozidas comem-se como saladas ou servem-se como acompanhantes à outros alimentos ricos em carboidratos. No presente trabalho será usado uma variedade erecta, "Contender", com 30 a 60 cm de altura, de ciclo curto, 45 a 55 dias, e um crescimento determinado, isto significa que logo após ao aparecimento das inflorescências terminais o desenvolvimento vegetativo cessa.

Devido a capacidade que o feijão verde tem de viver em simbiose com bactérias do género *Rhizobium*, que fixam nitrogénio atmosférico através de nódulações espontâneas formadas nas raízes, logo a primeira vista pode parecer não necessária uma adubação nitrogenada. Contudo pela ausência de espécies de *Rhizobium* que formam nódulos activos com feijão verde, em alguns solos, a adubação azotada deve ter lugar, ao contrário das suposições teóricas, de modo a se garantir azoto suficiente para a obtenção de rendimentos economicamente viáveis (INIA 1988).

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

1.2.5.2. Estrume de curral

Com a implementação de programas de repovoamento e fomento pecuário o efectivo de gado bovino aumentará na aldeia Mafuiane, como consequência disso uma quantidade considerável de estrume será produzida por aquela população bovina. Para o máximo aproveitamento do gado, esse estrume poderá ser usado, para adubação. Actualmente a Aldeia de Mafuiane conta com 792 bovinos distribuídos por 72 criadores (Conselho executivo da aldeia Mafuiane, Janeiro 1997)

Na realidade o gado transporta os nutrientes dos pastos comunitários, constituídos principalmente por gramíneas, nas zonas mais altas, e vem depositá-los no curral. O agricultor só necessita de esforço e tempo para transportar o estrume do estábulo para as machambas, que poderá ser feito com ajuda de carrinhas de mão, carroças ou trenós de tracção animal bem como atrelados traccionados por tractores.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

1.3. OBJECTIVOS DO ESTUDO

1.3.1. Geral:

Contribuir para o aumento do rendimento da cultura de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) através da melhoria das características químicas do solo, derivadas da adubação com estrume de curral e combinação com NPK em machambas dos camponeses da aldeia Mafuiane.

1.3.2. Específicos:

1. Analisar o efeito de estrume de curral (boi) no rendimento de feijão verde.
2. Analisar o efeito da combinação estrume de curral e NPK no rendimento de feijão verde.
3. Analisar o efeito do estrume de curral e combinação com NPK sobre algumas características químicas do solo relevantes para feijão verde.
4. Avaliar economicamente a aplicação do estrume de curral e ou combinação com NPK no rendimento de feijão verde para os camponeses de Mafuiane.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

2. ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ENSAIOS NAS MACHAMBAS DOS CAMPONESES (ON-FARM)

2.1. DESCRIÇÃO DO FEIJÃO VERDE

O feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) pertence a grande família Leguminosae, subfamília Papilionoideae. Esta espécie é adaptada a diferentes tipos de solo, contudo exige solos com pH que varia de 5.5 a 7.0, não tolera solos compactos. É uma cultura sensível ao alagamento, por isso, exige solos bem drenados e de textura média.

O feijão verde necessita para o seu crescimento uma temperatura ideal de 16-24°C com estas a diminuírem ao longo do ciclo, uma vez que temperaturas de 20-32°C, se ocorrerem durante a floração, provocam a queda de botões e flores reduzindo assim o rendimento (Ripado, 1992). É também uma cultura sensível a salinidade, a produção reduz-se até 50% da produção potencial se a condutividade eléctrica do extracto saturado (CEe) for de 3.6 mmhos/cm (FAO33, 1989).

2.2. IMPORTÂNCIA DOS ADUBOS ORGÂNICOS

A matéria orgânica fornece principalmente nitrogénio (N), fósforo (P) e enxofre (S) como substâncias nutritivas que são libertados gradualmente durante o ciclo das culturas bem como outros elementos essenciais ao crescimento da planta. O material orgânico, uma vez decomposto garante a adsorção de cationes pelas cargas negativas existentes no húmus estável, melhorando deste modo a capacidade de troca cationica (CTC) do solo. A matéria orgânica como agente cimentante promove a formação de agregados do solo reduzindo, deste modo, o risco de erosão (de Mello *et al.*, 1989).

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Os adubos orgânicos apresentam teores baixos de elementos nutritivos comparativamente aos adubos inorgânicos, daí, surge a necessidade de combiná-los aos adubos inorgânicos para o aumento da produção através da melhoria do estado nutricional do solo. Não obstante se forem correctamente utilizados manterão o nível de produtividade do solo; por isso, os adubos orgânicos devem ser usados como complemento aos sistemas de práticas culturais (Gomes, 1979).

2.2.1. Factores que afectam a disponibilidade de nutrientes na matéria orgânica

*A disponibilidade dos nutrientes libertados pelos adubos orgânicos depende do nível de humificação em que o material se encontra. O nível de humificação depende de outros factores tais como pH do solo, da razão entre carbono e nitrogénio (C/N), aeração, humidade, temperatura e da origem ou tipo de material orgânico (de Wit, 1993).

→Em materiais orgânicos com relação C/N elevada, durante o processo de decomposição, poderá haver imobilização de N pelos microorganismos que pode provocar uma temporária deficiência de N no solo e assim baixar a disponibilidade de N para planta (até se completar o processo de decomposição) (Gomes, 1979).

Uma relação C/N alta torna o processo de decomposição lento e, por essa razão, a adição de adubos nitrogenados pode acelerar esse processo. O nitrogénio extra é absorvido pelos microorganismos cuja população aumenta ainda mais e mais carbono e nitrogénio são assimilados. bem como maior quantidade de carbono é oxidada no processo de respiração e libertação de anidrido carbónico (CO₂) (de Mello et al., 1989).

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

A medida que os microorganismos morrem, vão sendo decompostos por outros. Parte do carbono é reassimilada e parte oxidada e perdida como anidrido carbónico. O processo continua com perda de CO_2 (cerca de 1/3 do carbono do material orgânico é aproveitado pelos microorganismos e 2/3 perdido como CO_2). Quando a C/N atinge um valor de 17/1, daí para baixo, há mais nitrogénio que carbono em relação às necessidades dos organismos que efectuam a decomposição e o nitrogénio é libertado como NH_3 , que passa para NH_4^+ , NO_2^- e NO_3^- que é absorvido pelas plantas. O processo continua com a libertação de CO_2 e NH_3 até a relação C/N se aproximar ao valor de equilíbrio no solo que oscila, em geral, entre 10/1 e 12/1. Daí por diante, a decomposição liberta C e N mais ou menos nessas proporções (de Mello et al., 1989).

*Rynk (1992) no seu trabalho em "On-farm composting handbook" mencionou que a utilização da matéria orgânica ajuda, também, para o controlo de certas doenças do solo. Ele sustenta a sua teoria dizendo que a matéria orgânica beneficia o desenvolvimento de microorganismos que por vezes não só são antagónicos aos patógenos que atacam as culturas, mas também porque durante a decomposição as temperaturas no solo se elevam até 45-65°C e podem causar a morte dos patógenos e sementes de infestantes, embora essas temperaturas possam baneficiar a germinação de algumas espécies de infestantes.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

2.3. DISPONIBILIDADE DO ESTRUME DO CURRAL

Não é fácil calcular-se a quantidade, e qualidade de estrume de que se pode dispor durante o ano. Porque a quantidade e qualidade do estrume produzido no curral depende da espécie do animal, a idade, regime alimentar do animal e a natureza das camas empregues no estábulo (Gomes, 1979).

Os estrumes dos ovinos, caprinos são mais concentrados, mais pobres em humidade do que os de bovinos e suínos. Os estrumes de animais adultos, gordos, descansados são mais ricos do que os de animais novos magros e trabalhadores. E em regime seco, a quantidade de fezes cresce quando os animais bebem muita água; e diminuem com o regime húmido quando os animais bebem pouca água. As urinas diminuem com o regime seco (forragens secas) e aumentam com o regime húmido. Animais bem alimentados, em igualdade de condições, produzem estrumes mais ricos em elementos nutritivos do que os mal alimentados. Animais alimentados com leguminosas- folhas de leucaena, feijões e tortas de oleaginosas- produzirão estrume mais rico em azoto e ácido fosfórico do que os alimentados com gramíneas, como palhas de milho, arroz e diversos capins (Malavolta, 1981).

* A composição dos estrumes varia , também, com a composição das camas. No preparo de camas, utilizam-se materiais diversos como palha de cereais, capins, restos de colheita e serragens de madeira. As camas absorvem as urinas, mais ricas em nutrientes do que as fezes, misturam-se com as fezes e são levados às estrumeiras, onde se decompõem, contribuindo para a formação do estrume de curral; assim as camas mais absorventes têm mais valor nutritivo que as pouco absorventes, sem deixar de mencionar a influência dada pela composição química do material da cama (Gomes, 1979).

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Na região de Mafuiane, não é usada esta prática de camas e nem existem estrumeiras para curtição do estrume de curral, contudo os criadores locais retiram regularmente o estrume do estábulo e amontoam-no, deixam nesse estado durante, cerca de 2 meses, findo o prazo retiram-no e o transportam para machamba onde é posteriormente aplicado. Ao amontoar o estrume sempre misturam o estrume que já estava no local ("decomposto"), embora esta prática reduza as perdas do azoto por volatilização (NH_3) reduz a efectividade da decomposição e podem ocorrer perdas de nitrogénio por lixiviação.

Para fins de orientação, sobre as quantidades anuais de estrume de curral e os volumes que ocupam em propriedades agrícolas pode-se usar os dados do cálculo de Gomes (1979) apresentados na tabela 2.1.

Tabela 2.1. Disponibilidade de estrume para diferentes animais

Animais	Estrume Kg/ano	Estrume em m^3 (500 Kg de estrume/ m^3)
Bois de engorda(600 Kgs)	23.300	42,8
Vaca estabulada(400 Kgs)	11.400	19,3
Boi de trabalho(600 Kgs)	9.400	15,9
Porco (100 Kgs)	1.100	1,8
Carneiro (40 Kgs)	550	1,1

Fonte: Gomes (1979).

Assim, Mafuiane dispõe aproximadamente de 9.028.800 Kg de estrume bovino por ano (11.400*792-considerando vacas estabuladas).

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

2.4. CARACTERÍSTICAS DOS ENSAIOS EM PROPRIEDADES AGRÍCOLAS

2.4.1. Importância dos ensaios em machambas dos camponeses (on-farm)

Na maioria das machambas dos camponeses, as práticas de gestão e as condições de campo diferem daquelas encontradas nas estações experimentais. Os ensaios em machambas dos camponeses não são supostos de tentar simular as condições das estações experimentais nos campos dos agricultores. Antes, são formulados de modo a auxiliar na detecção de diferenças usando as práticas de gestão e condições meio ambientais do agricultor típico, e esses factores não podem ser reproduzidos nas estações experimentais (Hildebrand, 1989).

Os ensaios em machambas dos camponeses fornecem a base final de julgamento e nada existe que possa substituí-los uma vez que se efectuam sob as condições naturais da machamba. Considerando para tal que os resultados terão sido obtidos de um número suficiente de experimentos de forma a obtermos uma boa amostra, que abranja os principais tipos de solo e clima da região e que tais experimentos sejam conduzidos durante um certo número de anos. Este tipo de ensaio, além das componentes técnicas em análise, facilita a difusão dos resultados e dá maior possibilidade de adopção da nova tecnologia pelos camponeses locais (de Mello, 1989).

Os trabalhos em campos experimentais são apenas de utilidade para estudos preliminares sem contudo analisar a influência de um grande grupo de factores que não se podem reproduzir, mas que no campo exercem influência, por isso devemos ter cuidado com os resultados, por vezes, enganosos que daí podem resultar.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

2.4.2. Alguns problemas relacionados com ensaios em machambas dos camponeses

No processo de condução da pesquisa em machambas dos camponeses agrícolas os pesquisadores estão a perturbar o uso normal da terra do agricultor e a utilizar o seu precioso tempo e seus limitados recursos. Em função disto, é importante que os pesquisadores segurem os interesses dos agricultores tratando-os como iguais no processo de pesquisa e considerá-los como componentes desejáveis, e não apenas necessários no processo de geração, avaliação, disseminação de tecnologia (Hildebrand, 1989).

Outra desvantagem é o facto de que o risco de não se concluírem os ensaios é maior em machambas dos camponeses do que nas estações experimentais, já que muito irá depender da cooperação com os agricultores. Contudo a compreensão da importância do ensaio pelos camponeses minimiza este problema. Há muitos exemplos de ensaios em propriedades agrícolas "perdidos" devido a decisão do agricultor sem consultar os pesquisadores (extensionistas). Um aumento no preço de mercado, da cultura em causa, poderá provocar uma decisão para colher todo ou parte do ensaio. A colheita pode ser feita pelo agricultor ou seus vizinhos, antes que os dados finais sejam registados. Em algumas circunstâncias, os resultados preliminares satisfazem a curiosidade dos agricultores e o ensaio perde interesse antes de estar concluído (Hildebrand, 1989).

Locais diferentes implicam, na maioria das vezes, meio-ambiente diferente. A resposta de uma dada tecnologia em diferentes ambientes, muitas vezes é diferente. Por vezes os camponeses criam uma atenção especial para os campos em ensaio,

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

em vez de manterem as suas práticas normais, este procedimento de criar ambientes superiores de pesquisas em machambas dos camponeses elimina um dos objectivos deste tipo de ensaio, que é de sujeitar a tecnologia a ser desenvolvida a todo bem e mal que os agricultores lhe irão impor quando, e se, adoptarem essa tecnologia (Rohmoser, 1987).

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3. MATERIAIS E MÉTODOS ✓

3.1. SELECÇÃO DAS MACHAMBAS

Depois de analisadas as condições edáficas e hidrológicas através de documentos secundários e em coordenação com técnicos/extensionistas da casa Agrária local foram escolhidas as machambas S 9, S 1 e F 16. Os camponeses responsáveis das machambas referidas planearam o cultivo de feijão verde na época quente da campanha 96/97 e que se manifestaram interessados, de livre vontade, em participar no estudo (veja a localização das parcelas no anexo 1). Isto indica que os camponeses em causa satisfazem algumas das características importantes para o sucesso deste ensaio nas suas machambas (on-farm).

As machambas escolhidas estão abrangidas nas unidades de solo de maior representatividade para a área de estudo, Basaltos vermelhos, que ocupam cerca de 60% dos solos de Mafuiane (Vilanculos & Serno, 1993). Este critério de escolha, garantirá que os resultados do ensaio tenham menos erros provenientes de grandezas fora de controlo e maior possibilidade de sucesso na implementação extensiva da tecnologia logo que mostrar ser viável para toda região de Mafuiane.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

1	2
3	4

~ NPK
C1 NPK
S1 NPK

3.2. DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Seis tratamentos, baseados no estrumo de curral e/ou combinação com NPK (12:24:12), foram propostos para adubação e são apresentados em seguida:

i. O primeiro tratamento foi o de controlo sem adubação, seu Código é C.

ii. Para o estrume de curral foram escolhidos dois níveis que foram divididos em duas categorias:

Na primeira categoria foi aplicado o estrumo de curral puro em quantidades recomendadas por Ripado (1992) para feijão verde, nos dois níveis apresentados a seguir:

1. 10 TONELADAS
2. 20 TONELADAS

Na segunda categoria os dois níveis de estrume de curral foram misturados com 15 Kg de N + 30 Kg de P + 15 Kg de K por ha a partir do NPK (12:24:12) ou seja metade da quantidade aplicada actualmente em Mafuiane, para a cultura de feijão verde. Com esta categoria de adubação ficam assim completos 5 tratamentos.

Esta categoria serve de base para analisar o efeito que pode ser originado pela existência ou não de fonte externa de N nos processos de decomposição de estrume de curral e imobilização de Nitrogénio no solo pelos microorganismos (Gomes, .1979).

iii. Para adubação mineral foi utilizada a dose de adubação praticada actualmente em Mafuiane (30 Kg de N + 60 Kg de P + 30 Kg de K por ha a partir do NPK (12:24:12)). Ficaram assim estabelecidos os seis tratamentos.

Os 6 tratamentos e os respectivos códigos, são apresentados a seguir na tabela 3.1.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Tabela 3.1: Apresentação dos tratamentos e a sua respectiva codificação.

TRATAMENTO (por ha)	CÓDIGO
1°. CONTROLO	C
2°. 10 TONELADAS DE ESTRUME DE CURRAL	E1
3°. 20 TONELADAS DE ESTRUME DE CURRAL	E2
4°. 10 TON. EST. de CUR.+ 15 Kg de N + 30 Kg de P + 15 Kg de K	EN1
5°. 20 TON. EST. de CUR.+ 15 Kg de N + 30 Kg de P + 15 Kg de K	EN2
6°. 30 Kg de N + 60 Kg de P + 30 Kg de K	N

3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MONTAGEM DO ENSAIO

3.3.1. Delineamento experimental

O delineamento de blocos completos casualizados (3x2x6), adaptado e recomendado por GOMEZ & GOMEZ. (1984) para geração de tecnologia para ensaios em machambas dos camponeses, foi utilizado para a análise de variância de todas as variáveis medidas. Cada machamba, das três utilizadas para o estudo, recebeu duas repetições e que cada uma recebeu os seis tratamentos de adubação propostos em 3.2..

A aleatorização das duas repetições e os seis níveis de adubação em cada machamba, antecedeu a montagem do ensaio que consistia em divisão das parcelas, colocação das etiquetas e posterior aplicação das práticas culturais, apresentadas em 3.4., necessárias para o desenvolvimento de feijão verde. O "Layout" final do ensaio é apresentado no esquema do anexo 2.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3.3.2. Montagem do ensaio

Para a montagem e gestão do ensaio, cujas características são apresentadas na tabela 3.2., foi utilizado o seguinte material:

- 1 fita métrica (50 m)
- 6 pás
- 1 sonda normal
- 15 Kgs de semente de feijão verde variedade "Contender"
- 100 sacos plásticos
- 1800 Kgs de estrume de curral
- 20 Kgs de adubo NPK (12:24:12)
- 3 enxadas
- 36 placas plásticas para identificação dos tratamentos (etiquetas)
- Balança

Tabela 3.2. Características do ensaio.

1. ENSAIO		3. REPETIÇÃO	
Nº de Machambas	3	Área total	310 m ²
Nº total de talhões	36	Área útil	203,04 m ²
Nº total de plantas	33264	Nº total de plantas	5544
Nº tot. plantas úteis	22320	Nº de plantas úteis	37620
Área útil total	1218.24 m ²	Nº de tratamentos	6
Área total do ensaio	1875 m ²	Espaço entre repetições	0.5 m
2. MACHAMBA		4. TALHÃO (com tratamento)	
Área total	625 m ²	Área total	50 m ² (5x10)
Área útil	406,08 m ²	Área útil	33,84 m ²
Nº total de plantas	11088	Compasso	0,35x0,15 m ²
Nº repetições	2	Nº de plantas	924
Nº de plantas úteis	7440	Nº de plantas úteis	620
		Espaço entre talhões	0,2 m

A tabela 3.2 mostra que nem todas as plantas do ensaio foram consideradas para as pesagens, isto deve-se a utilização de um número limitado de plantas úteis que ocupam a área útil. Este procedimento é bastante útil para reduzir o efeito de bordadura, que é a influência de tratamentos vizinhos no rendimento ou noutras características específicas de cada tratamento singular.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3.4. GESTÃO DO ENSAIO

3.4.1. Grau de intervenção dos camponeses

O presente trabalho só interviu no aspecto de adubação tendo se deixado outros factores controláveis ao cargo dos próprios agricultores. Como é óbvio tiveram desempenhos diferentes nas práticas culturais, estas diferenças se reflectiram no rendimento nas diferentes machambas.

O ensaio foi "plantado e gerido pelo agricultor" não só pelo facto de a aplicação do estrume do curral ser uma tecnologia simples e alguns camponeses já estarem a utilizá-la no local, mas também pelo facto de serem os camponeses a fornecer todos os insumos utilizados. Isso ajuda os camponeses a compreenderem as implicações das diferentes alternativas de administração das machambas no rendimento de feijão verde.

A formulação era suficientemente simples para que os agricultores podessem observar diferenças nos tratamentos e medirem essas diferenças com os seus próprios meios. O estrume de curral (boi) foi adquirido localmente, em casa do senhor Armando Nwamba, sem nenhuns custos de aquisição contudo com necessidade de transporte do curral até aos campos escolhidos.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3.4.2. Responsáveis das machambas

O tamanho do agregado familiar e outras actividades fora da agricultura influenciam na eficácia das práticas culturais (tabela 3.3).

Tabela 3.3. Responsáveis das machambas e seus agregados.

Nº da Parcela	Camponeses	Agregado familiar	Nº pessoas no campo	Técnicos
1. S9	Angélica Tlavane	3	2	Tualibo
2. S1	Luísa Muchanga	6	1	Tualibo
3. F16	Gaspar Mbalate	12	4	Rafik

O Senhor Gaspar Mbalate, F 16, levava à machamba as suas 2 esposas e 2 filhos, isto tornou a sacha mais eficaz porque em apenas uma manhã concluiu a sacha. E não tinha outra ocupação além da agricultura.

A dona Luísa Muchanga, S 9, é casada e o marido trabalha na pedreira local, garantindo rendimento fora da venda de produtos agrícolas. Apenas ela e a filha participavam nas práticas culturais e o marido visitava a machamba nos fins de semana.

A dona Angélica Tlavane, S 1, é viúva por isso ela participa nas práticas culturais nas machambas dos outros agricultores em troca de dinheiro para o pagamento da taxa de água e para sustentar os dois filhos caso as vendas dos produtos agrícolas não tragam os lucros esperados. Visto que ela tratava a sua machamba sozinha, havia sempre competição entre o tempo dedicado à sua machamba e o tempo que ela gastava nas machambas dos outros agricultores.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3.4.3. Práticas culturais

3.4.3.1. Culturas anteriores

As culturas anteriores afectam o rendimento das culturas. Repetições consecutivas da mesma cultura na mesma machamba tende a aumentar o ataque pelas pragas mesmo com tratamento fitossanitário adequado. Isto se dá pela capacidade de os patógenos tem de resistirem, com o tempo, aos produtos químicos.

Tabela 3.4. Culturas anteriores ao estudo.

Nº da Parcela	Cultura anterior
1. S9	Milho
2. S1	Feijão verde
3. F16	Pousio (6 meses)

3.4.3.2. Preparação do solo

A lavoura realizou-se através do arado de disco a profundidade de 30 cm, seguida de gradagem e formação de sulcos..

Tabela 3.5. Datas de preparação do solo.

Nº da machamba	Lavoura	Gradagem	Sulcagem
1. S9	26/12/96	06/01/97	7/01/97
2. S1	26/12/96	06/01/97	7/01/97
3. F16	27/12/96	07/01/97	7/01/97

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3.4.3.3. Aplicação dos adubos

O estrume de curral e o NPK, depois de pesados, foram aplicados a lanço depois da lavoura e gradagem, e com enxada fez-se a mistura/homogenização dos adubos com o solo 15 dias antes da sementeira.

Datas de aplicação:

Para a machamba S 1: 16 de Janeiro de 1997

Para as machambas F 16 e S 9: 17 de Janeiro de 1997.

3.4.3.4. Sementeira

Fez-se a sementeira com enxada, directamente nas parcelas, obedecendo o compasso de $0.35 \times 0.15 \text{ m}^2$, depositando-se 1 semente por covacho a profundidade de 3-4 cm.

Datas de Sementeira:

31 de Janeiro de 1997: machamba S 1 e S 9 e

05 de Fevereiro de 1997 para a machamba F 16.

Houve a necessidade de retanchar em todos os covachos em que não houve germinação até ao 8º dia após a sementeira, esta operação só foi necessária nas machambas S9 e S1.

Usou-se no ensaio semente local, que os camponeses compram na casa agrária de Mafuiane, embora esta apresentasse um ligeiro ataque de gorgulhos.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3.4.3.5. Rega

Efectuavam-se duas regas por semana, por gravidade uma vez que esta prática é actualmente usada em Mafuiane: segunda e quinta feira para as machambas S9 e S1 e terças e sextas na machamba F16. Os agricultores das parcelas F16 e S9 utilizaram sulcos mais curtos (10 metros) e na machamba S1 a dona regava usando sulcos longos (comprimento da machamba: 60 metros).

Sendo feijão verde cultura sensível à excessos de água, a parcela S1 apresentava maiores riscos de redução do rendimento de vagem fresca devido a esse efeito de alagamento, porque sulcos longos favorecem a estagnações de água em pequenos locais mal nivelados que poderiam influenciar o apodrecimento das raízes.

3.4.3.6. Controlo de pragas, doenças e infestantes

O controlo de infestantes foi realizado em diferentes datas após a sementeira nas três machambas. Ambas as machambas tiveram apenas uma sacha.

Os nemátodos, a mosca do feijão (*Ophiomyia phaseoli*), besouro da folha (*Epicauta velata*) e a ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) foram as principais pragas e doenças registadas durante o ensaio. A mosca do feijão foi controlada com cipermetrina. O besouro da folha foi controlado com baytroid misturado com aderente que servia, também, para combater a ferrugem.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Segundo a **tabela 3.6.** a parcela **F16**, teve 4 aplicações de fitossanitários contra 2 de **S9** e 1 para **S1**. Essa diferença teve o seu efeito no rendimento. Destaque especial vai para a machamba **S1** que teve maior ataque de besouro da folha uma vez que a única aplicação de defensivos foi bastante tardia (26 dias depois de sementeira). A dona **Angélica** fazia as práticas culturais, tais como a sacha e controlo de pragas, tardiamente, isto é, quando o grau de ataque já poderia influenciar negativamente o rendimento da cultura. Isto era consequência da falta de tempo devido a outras ocupações.

Tabela 3.6. Controlo de pragas, doenças e infestantes em dias depois da sementeira.

Nº da Parcela	Sacha e amontoa	Pulverizações
1. S9	23	1. 20 2. 31
2. S1	28	1. 26
3. F16	19	1. 15 2. 23 3. 34 4. 42

Para proteger a semente do ataque de insectos no solo antes da germinação, a semente sofreu um pré-tretamento com fernacol (1,5 1/50 Kgs de semente) um dia antes da sementeira.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3.5. VARIÁVEIS MEDIDAS

Foi considerado como variável o peso da vagem fresca de feijão verde para todos os tratamentos em Kg/área útil que depois foi convertido para toneladas por hectare (ton/ha), unidade utilizada no presente estudo. Estes valores foram obtidos na colheita 55 dias depois da sementeira (55 dds).

Também foi analisada a contribuição do estrume de curral e/ou combinação com NPK na alteração de algumas características químicas do solo em estudo, tais como: pH-H₂O, Capacidade de Troca Catiónica (CTC), Bases Trocáveis (BT), Soma de Bases (SB), percentagem de matéria orgânica (M.O%), Nitrogénio total (Ntot.) e fósforo assimilável (Pass.). As análises foram feitas para duas fazes distintas, sendo a primeira fase antes da adubação ou 15 dias antes da sementeira (das) e a segunda aos 55 dias depois da sementeira (dds), com a utilização de amostras perturbadas colhidas a profundidade de 0-30 cm.

Os valores dos rendimentos e das características químicas obtidos para cada nível de adubação nas respectivas machambas poderão ser observados no anexo 3. Os métodos para a determinação das características químicas do solo, no laboratório estão descritos no anexo 5 (Menete, 1996).

3.5.1. Colheita de amostras

3.5.1.1. Colheita da vagem fresca

Colheram-se as vagens através do golpe de mão separando-a do resto da planta. Fizeram-se 2 colheitas separadas por uma semana uma vez que o objectivo é de vender a vagem fresca para consumo imediato em fresco. Depois de cada colheita faziam-se

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

pesagens; uma rega ligeira depois da colheita era realizada (Ripado 1992).

3.5.1.2. Colheita de amostras de solo e estrume

As amostras perturbadas de solo foram colhidas com a utilização de sonda normal, na profundidade de 0-30 cm. Para amostragem, 55 dias depois da sementeira, em cada talhão escolhiam-se aleatoriamente três lugares onde se colhiam três subamostras de solo, e estas eram misturadas e homogenizadas. Desde então se formava a amostra final que foi utilizada para todas as determinações das características químicas do solo analisadas.

Antes da adubação, 15 dias antes da sementeira, para garantir que as amostras fossem mais representativas, o número de subamostras foi relativamente mais elevado, 5 (cinco). Contudo os procedimentos são análogos aos de 55 dds.

Para evitar colheita de amostra não representativa de estrume de curral, devido às diferentes condições que o estrume está sujeito da topo à base, optou-se pela abertura de três buracos no monte de estrume, de cerca de 1 m de altura, e retirou-se três subamostras que formaram a amostra final utilizada para as análises.

3.6. MÉTODOS DE ANÁLISE

3.6.1. Análise estatística

3.6.1.1. Rendimento

Para análise do efeito da adubação sobre o rendimento de feijão verde (ton/ha), depois da análise de variância, foi utilizado o método de contrastes ortogonais simples de grau de liberdade. Optou-se por este método porque os tratamentos obedecem entre si uma estrutura lógica.

Cinco contrastes mutuamente ortogonais foram elaborados. Assim, para analisar o efeito da adubação no rendimento de feijão verde, comparou-se o tratamento de controlo **C**, com o resto dos tratamentos. Em seguida a adubação inorgânica, **N**, foi comparada com o grupo de tratamentos formado pela adubação com estrume puro e combinado, tratamentos **E1**, **E2**, **EN1** e **EN2**.

O efeito da combinação de estrume e NPK foi analisado com base na comparação do grupo de tratamentos com estrume de curral puro, tratamentos **E1** e **E2**, com tratamentos da adubação combinada de estrume de curral e NPK, tratamentos **EN1** e **EN2**. E para avaliar o efeito da diferença das doses, no rendimento de feijão verde, foi necessário fazer comparações dentro dos grupos. Assim o tratamento **E1** foi comparado ao **E2** e **EN1** a **EN2** respectivamente.

Outras interações relevantes que foram analisadas são apresentados em seguida: 1. Adubação inorgânica, **N**, e o grupo da adubação combinada, **EN1** e **EN2**. 2 Adubação com estrume de curral puro, tratamentos **E1** e **E2** em relação ao controlo, **C**, e finalmente comparou-se as adubações que observaram os maiores rendimentos de vagem fresca, tratamentos **N** e **EN1**.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

3.6.1.2. Características químicas

Para as características químicas do solo foi utilizado o teste de DUNCAN, ao nível de significância, de 5%, para identificar o nível de adubação que ocasiona mudanças significativas nas características químicas do solo.

3.6.2. ANÁLISE ECONÓMICA

3.6.2.1. Princípio do método

O indicador de escolha, para a melhor adubação, na análise económica do presente trabalho será o **benefício económico** bruto (margem bruta), que é a diferença entre os proveitos monetários provenientes da venda de feijão verde para a adubação i , Valor de Produção (VP_i), e os custos explícitos (directos) envolvidos na sua produção (CP_i) (eq.3.2). Este indicador é recomendado por GITTINGER para orçamentos de empresas de agricultores familiares/de subsistência que muitas vezes excluem nas suas análises os custos implícitos (indirectos) (GITTINGER, 1982).

Em seguida são apresentadas algumas grandezas que foram utilizadas para a determinação do benefício económico.

i. Valor de Produção (VP_i)

$$VP_i = P_y * Y_i \quad \text{eq. 3.1}$$

Onde: Y_i - Produção média de vagem fresca das três machambas no tratamento i em ton/ha (tabela 4...).

P_y - Preço de venda de feijão verde em Mafuiana em cts/ton

ii. Custos de Produção (CP)

Os custos de produção incluem:

- a. Lavoura/gradagem/sulcagem
- b. Água de rega
- c. Compra da semente do feijão verde
- d. Adubo NPK (12:24:12):
 - d1. 30 kg N+60 kg P+30 kg K
 - d2. 15 kg N+30 kg P+15 kg K
- e. Pesticidas/Fungicida:
 - e1. Cipermetrina
 - e2. Maconzeb
 - e3. Baytroid
- f. Custo de transporte do estrume:
 - f1. 10 toneladas
 - f2. 20 toneladas

iii. Benefícios_i (MB) = $VP_i - CP_i$ eq. 3.2

3.7. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A introdução de mais do que dois níveis de adubação com estrume de curral e ou NPK bem como a inclusão de mais machambas dos camponeses no estudo poderia indicar com maior precisão o nível ideal de estrume e/ou NPK a aplicar para obtenção de maiores rendimentos e melhoramento das características químicas do solo para a região de estudo.

O estudo consistiu de um ensaio isolado (1 época), que poderá conduzir a conclusões erróneas e não aplicáveis a campanhas seguintes.

Os resultados do estudo só são aplicáveis para a região de Mafuiane e não para outras partes de Moçambique, não só devido a diferenças edáficas que poderão existir mas também devido a diferenças no clima e no tipo e grau de incidência de pragas e doenças que são características específicas de cada zona.

A considerar aspectos mencionados acima a qualidade do trabalho melhoraria contudo a gestão do ensaio seria mais complexo e inadequado para ser gerido e interpretado pelos agricultores locais. E provavelmente menos seria ainda a possibilidade de adopção da nova tecnologia (ROHRMOSER, 1987).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ESTRUME DE CURRAL

A tabela 4.1 apresenta a composição química do estrume de curral utilizado no estudo. O estrume apresenta boa quantidade de matéria orgânica que se espera que afecte consideravelmente o nível de matéria orgânica no solo e outras componentes do solo, contudo a razão C/N é bastante elevada, isto sugere que o estrume de boi ainda estava nos primeiros estágio de decomposição.

Tabela 4.1. Composição do estrume de curral utilizado no ensaio.

pH-H ₂ O	M.O.%	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	C/N
7.48	39.8	0.51	0.28	1.16	0.46	0.06	42

Nestas condições, uma vez aplicado o estrume de curral haverá um período de imobilização de nitrogénio pelos microorganismos e este, não estará disponível á cultura nos primeiros estágios de desenvolvimento e isso terá sua implicação na produção.

O nível elevado de potássio justifica-se pelo facto de o Sr. Armando Nwamba, no seu curral, não aplicar nenhum sistema de separação de urina e excrementos, enquanto o potássio é um dos principais produtos da urina (Malavolta et al, 1980).

4.2. RENDIMENTO

4.2.1. Relação entre machambas

A análise de variância mostra que houve diferenças significativas dos rendimentos nas três machambas. A machamba **F16** teve maior rendimento de feijão verde em relação as machambas **S9** e **S1** que entre elas não mostraram, estatisticamente diferenças significativas (tabela 4.2.).

Tabela 4.2. Médias do rendimento (ton/ha) das três machambas.

Machamba	Rendimento*
S9	2.05b
S1	1.95b
F16	3.26a

* As médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de **Duncan** ao nível de significância de 5%.

Este aspecto é justificado pela elevada atenção prestada pelo agricultor responsável nas práticas culturais em relação às outras machambas. O senhor Gaspar Mbalate fez a sacha mais cedo e gastou mais tempo no controlo de pragas e doenças. Ele sempre tinha um número elevado de pessoas no campo. Outro aspecto não menos importante é o facto de a machamba **F16** ter estado em pousio na campanha anterior que poderá ter contribuído positivamente no estado nutricional do solo e no reduzido ataque de pragas e doenças registado.

A interação machambas e tratamentos (adubações) (**MxT**) mostrou diferenças significativas, o que significa que os tratamentos tiveram desempenho diferentes nas três machambas,

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

isto é, o factor machamba afectou a resposta dos tratamentos no rendimento nas diferentes machambas. É possível que as diferenças nos métodos e no número de dias depois da sementeira em que as práticas culturais se realizavam tenham contribuído para essas diferenças.

4.2.2. Relação entre níveis de adubação

A adubação, tratamentos E1, E2, EN1, EN2 e N, teve efeito significativo em relação ao controlo C, o que significa que pode-se melhorar o rendimento da vagem fresca do feijão verde através da adubação com estrume de curral e/ou combinação com NPK (tabela 4.3.).

Tabela 4.3. Apresentação da comparação de contrastes e grupos de tratamentos os respectivos rendimentos médios.

Colecção 1	Rendimento (ton/ha)	Colecção 2	Rendimento (ton/ha)	Observação
C	1.45	E1, E2, EN1, EN2 e N	2.58	**
N	3.08	E1, E2, EN1 e EN2	2.45	**
E1, E2	2.13	EN1 e EN2	2.78	**
E1	2.33	E2	2.08	**
EN1	2.52	EN2	3.05	**

**-diferenças significativas a 1%

NOTA: Baseado na tabela 1 do anexo 4.

Entre a adubação mineral N, e adubação com o estrume de curral puro e combinado, tratamentos E1, E2, EN1 e EN2, houve diferenças significativas no rendimento de feijão verde. Este facto pode ser devido a disponibilidade de nutrientes, a curto

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

prazo, libertados pela adubação mineral, N, enquanto que as outras adubações, tratamentos E1, E2, EN1 e EN2, a disponibilidade dependia primeiro da decomposição do estrume de curral.

O rendimento da adubação combinada estrume de curral e NPK, tratamentos EN1 e EN2, teve diferenças significativas em relação às adubações com estrume de curral, E1 e E2. Estes tratamentos, EN1 e EN2, além de suprir ao solo Nitrogénio orgânico mineralizado do estrume de curral, tinham fonte de nitrogénio mineral proveniente da combinação com NPK, daí que este nitrogénio tenha influenciado para o aumentado significativo da produção deste tratamento em relação aos dois níveis de adubação com estrume de curral.

O tratamento E1 (10 toneladas de estrume de curral) apesar de representar menor quantidade de estrume de curral, o seu rendimento foi significativamente superior ao rendimento do tratamento E2 (20 toneladas de estrume de curral). Como se pode observar na tabela do anexo 3, o tratamento E2 apresenta maior razão C/N do que o tratamento E1. Este rendimento baixo resulta da relativa falta de Nitrogénio, imobilizado pelos microorganismos, no tratamento E2 em relação ao tratamento E1. Daí que parte do Nitrogénio do tratamento E1 é disponibilizado mais cedo, beneficiando deste modo a produção.

Em relação a adubação combinada, o tratamento EN2 originou rendimento de vagem fresca significativamente superior ao tratamento EN1. Provavelmente, outras características química do solo relevantes no tratamento EN2, como por exemplo CTC, teriam contribuído para que o rendimento fosse significativamente superior.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Segundo a **tabela 4.4.** houve diferenças significativas entre os rendimentos da adubação combinada **EN1** e **EN2** e a adubação mineral com **NPK (12:24:12)**, tratamento **N**. Contudo não houve diferenças significativas entre a adubação mineral, **N**, e a adubação combinada, **EN2**. Estes tratamentos são os que originaram maiores rendimentos de vagem fresca, isto é resultado de maior disponibilização de nutrientes à planta. É importante ressaltar que a adubação combinada estrume de curral e **NPK**, adubação **EN2**, teve a mesma resposta em rendimento que a adubação mineral (**N**) actualmente em uso em Mafuiane. Significa que a combinação do estrume de curral e metade da dose de **NPK** actualmente utilizada pode resultar na manutenção dos rendimentos actuais e com redução considerável dos custos.

Tabela 4.4. Apresentação da comparação de outros contrastes e grupos de tratamentos e os respectivos rendimentos médios.

Colecção 1	Rendimento (ton./ha)	Colecção2	Rendimento (ton./ha)	Obser- vação
N	3.08	EN1, EN2	2.78	**
C	1.45	E1, E2	2.13	**
N	3.08	EN2	3.05	ns

**-diferenças significativas a 1%

ns-diferenças não significativas

NOTA: Baseado na **tabela 2 do anexo 4.**

O tratamento **EN2** tem a vantagem de para além, de fornecer rendimentos similares ao tratamento **N**, beneficia ainda o solo pela elevada capacidade de troca de cationes (**CTC**), soma de bases (**%SB**) e matéria orgânica (**M.O.%**) no solo, que significará sustentabilidade no melhoramento ou manutenção da fertilidade.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com **NPK** no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

O controlo, C, mostrou diferenças significativas em relação a adubação com estrume de curral puro, E1 e E2. Pelo menos com esforço considerável, para o transporte de estrume, os camponeses podem melhorar os seus rendimentos da campanha em causa e ou das campanhas subsequentes devido ao efeito residual que os adubos orgânicos tem.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

4.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

A análise das características químicas do solo depois da colheita são apresentadas na tabela 4.5.. Os valores do pH-H₂O do solo 55 dds não variaram muito em relação aos valores encontrados 15 das, antes da adubação. Mesmo os valores de pH-H₂O do solo não mostraram diferenças significativas para todos os tratamentos com o teste de F. Seria de esperar uma diminuição do pH-H₂O devido a libertação de hidrogeniões na decomposição dos grupos carboxílicos ou fenólicos do estrume de curral, mas isso não aconteceu devido ao facto de se tratar de um solo com alta capacidade de resistir a pequenas variações de pH.

Tabela 4.5. Médias das características químicas do solo analisadas para os seis tratamentos nas três machambas.

Aduba- ção	PH* H ₂ O	Ca ^{1*}	Mg ^{1*}	K ^{1*}	CTC ^{1*}	SB%*	MO%*	N%*	Pppm*
C	6.97	6.33c	3.01c	2.09c	26.08d	47.35b	2.60d	0.13cd	0.39bc
E1	7.07	6.52c	3.09c	2.22ab	27.07bc	50.83b	3.22bc	0.15bc	0.31c
E2	6.88	6.37c	3.07c	2.21ab	27.02c	51.53b	3.67a	0.11d	0.33c
EN1	6.95	7.54b	3.41b	2.10c	27.77b	52.82b	3.08c	0.12d	0.44b
EN2	6.92	9.27a	4.10a	2.29a	28.52a	61.37a	3.38b	0.16b	0.43b
N	6.82	6.35c	3.00c	2.19b	26.17d	51.02b	2.70d	0.20a	0.66a
CV%	3.35	6.63	3.03	2.63	2.06	7.24	6.09	10.08	14.92
AntAD	6.99	6.36	3.03	2.15	26.23	52.20	2.90	0.14	1.73

* As médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5%, coluna sem letras não mostrou significância no teste de F.

AntAD- antes da adubação

¹-em meq/100 g de solo

Em relação a Capacidade de Troca de Catiões (CTC) os tratamentos E1 e E2 tiveram um aumento significativo relativamente ao tratamento de controlo sem adubação (C) em cerca de 3.5%. O tratamento de controlo (C) e a adubação mineral

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

(N) compartilham os valores significativamente mais baixos de CTC no estudo.

O tratamento EN2, estatisticamente, resultou numa maior CTC ao solo em relação aos restantes tratamentos, cerca de 9% de aumento em relação à testemunha (C). Isto pode ser devido a dois factores:

- i. O tratamento EN2 é uma combinação de estrume de curral e fertilizante inorgânico, por isso o nitrogénio inorgânico adicionado como fertilizante pode ter sido usado como fonte externa de N no processo de decomposição do estrume de curral e conseqüentemente aumentou a sua taxa de decomposição em relação aos outros tratamentos. (veja coluna de CTC no anexo 3).
- ii. Por outro lado uma maior taxa de decomposição do estrume de curral pode resultar no maior desenvolvimento de cargas negativas na matéria orgânica, através de grupos fenólicos e carboxila, aumentando assim a capacidade do solo de reter catiões sob forma trocável (CTC).

A aplicação do estrume de curral (E1 e E2) e adubação combinada com NPK (EN1 e EN2) melhoraram significativamente a percentagem de matéria orgânica (M.O.) no solo em 19, 29, 16 e 23% respectivamente em relação à testemunha sem adubação (C). A adubação mineral (N) juntamente com o Controlo (C) tiveram valores de matéria orgânica (M.O.%) significativamente mais baixos.

Este aumento de cerca de 30% na percentagem de matéria orgânica proporcionado pelo tratamento E2 em relação ao tratamento de controlo (C) deveu-se a decomposição deficiente do estrume, durante os 55 dias que durou o ensaio, pela ausência da fonte externa de nitrogénio. Este aspecto pode significar a melhoria da estrutura do solo, redução da erosão, melhoramento da infiltração e condutividade hidráulica do solo e a consequência disso será maior quantidade de água disponível para o desenvolvimento da cultura. Não só, mas também o nitrogénio imobilizado poderá ser disponível para as culturas posteriores (efeito residual).

O nitrogénio total (N_{tot.}) até ao fim do desenvolvimento da cultura mantinha-se significativamente superior para a adubação mineral (N) em relação aos outros tratamentos, contudo a adubação EN2, embora com percentagem de nitrogénio total (N_{tot.}) significativamente inferior a adubação mineral, tem um nível de N_{tot.} relativamente e significativamente superior aos outros tratamentos. Este resultado garante que o tratamento EN2 proporcionou fornecimento adequado de nitrogénio ao feijão verde, e provavelmente proporcionará para a cultura subsequente, se se considerar que parte de matéria orgânica no solo ainda está em decomposição.

Antes da adubação o solo apresenta um valor relativamente elevado de fósforo assimilável (Pass.) em relação a 55 dds. É importante notar que a média de fósforo assimilável (Pass.) no solo 15 das não é representativa, porque o valor da machamba F16 é relativamente mais elevado que o das machambas S9 e S1. Aparentemente pode se concluir que a adubação não melhorou o nível de Pass. no solo, mas na realidade como exemplo houve um

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

aumento de 45% para a machamba F16, repetição 1 com a adubação mineral (N), veja a tabela do anexo 3.

Os tratamentos C, E1 e E2 não mostraram entre si, diferenças significativas no conteúdo de fósforo assimilável no solo (Pass.). Embora o conteúdo de fósforo no estrume bovino utilizado não seja tão baixo, a ausência de efeito em relação à testemunha pode estar associado às formas orgânicas em que se encontra ligado, porque por vezes podem ser complexos orgânicos intermediários difíceis de serem decompostos a curto prazo.

O conteúdo de fósforo assimilável (Pass.) no solo para os tratamentos EN1 e EN2 é significativamente superior a do tratamento de controlo (C) e das adubações E1 e E2, mas significativamente inferior à adubação mineral com NPK (N).

A adubação N tem quase o dobro do conteúdo de fósforo assimilável (Pass.) Dos tratamentos E1 e E2, contudo este aspecto não se reflectiu na produção. Uma das justificações válidas é o facto de o feijão verde não ser cultura sensível a adubação fosfatada e este elemento estar em quantidade suficiente no solo para satisfazer as necessidades da cultura. O cálculo que segue é uma simplificação da realidade, mas que serve para visualizar esta falta de resposta do feijão verde em relação ao fósforo:

Para o seu completo e óptimo desenvolvimento (em 55 dias), o feijão verde precisa de 15 kg de fósforo (Ripado, 1992), cerca de 273 g/dia de P (supondo uma taxa de consumo constante 15 000 g/55 dias). O tratamento com menor Pass., E1, 0.31 ppm, (considerando: Humidade do solo=30%, 3 dm de profundidade, 1 ha;=> $10^6 \times 3 \times 0.3 \times 0.31 = 0.279 \times 10^6$ mg de P/ha, cerca de 280 g/dia), fornece cerca de 280 g de P/dia. Esta

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

quantidade é superior à requerida (273 g/dia), por isso a falta de resposta ao fósforo pode estar ligada a fraca capacidade de resposta da cultura e não a deficiência no solo.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

4.4. ANÁLISE ECONÓMICA DA APLICAÇÃO DO ESTRUME DE CURRAL OU COMBINAÇÃO COM NPK

Para a determinação do benefício económico foram utilizados rendimentos médios de vagem fresca de feijão verde, preços de produtos e serviços em vigor durante a elaboração do estudo que são apresentados em seguida:

Tabela 4.6. Médias dos rendimentos (ton/ha) dos seis tratamentos nas três machambas.

Adução	Rendimentos Médios
C	1.45
E1	2.33
E2	2.08
EN1	2.52
EN2	3.05
N	3.08

i. P_y -Preço de venda de feijão verde em Mafuiana=6.000 cts/ton

ii. Custos de Produção (CP_i)

Os custos de produção incluem:

i. Lavoura/gradagem/sulcagem	= 930 cts/ha
j. Água de rega	= 315 cts/ha
k. Compra da semente do feijão verde	= 4 500 cts/ha
l. Adubo NPK (12:24:12):	
d1. 30 kg N+60 kg P+30 kg K	= 1 666 cts/ha
d2. 15 kg N+30 kg P+15 kg K	= 833 cts/ha
m. Pesticidas/Fungicida:	
e1. Cipermetrina	= 468 cts/ha
e2. Maconzeb	= 330 cts/ha
e3. Baytroid	= 85 cts/ha
n. Custo de transporte do estrume(tractor-casa agrária):	
f1. 10 toneladas	= 90 cts/ha
f2. 20 toneladas	= 180 cts/ha

Nota: Para a aplicação de pesticidas/fungicidas foi considerado o custo que seria necessário caso os camponeses seguissem correctamente as orientações dos técnicos.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

A tabela 4.7. mostra os benefícios económicos, provenientes dos diferentes tratamentos com a utilização das equações 3.1 e 3.2..

Tabela 4.7. Apresentação dos benefícios económicos em contos por hectare (cts/ha)

TRATAMENTOS	VALOR DE PRODUÇÃO ¹	CUSTOS DE PRODUÇÃO ²	Benefício ³
C	8 700	6 628	2 072
E1	13 980	6 718	7 262
E2	12 480	6 808	5 672
EN1	15 120	7 551	7 569
EN2	18 300	7 641	10 659
N	18 480	8 295	10 185

Nota: 1 conto (ct) = 1 000, 00 MT

- ¹ - equação 3.1.: 1. P_y -Preço de venda de feijão verde em Mafuiana=6.000 cts/ton
2. Y_i obtido na tabela 4.3.
- ² - Somatório dos encargos directos da adubação i em 4.4.ii.
- ³ - equação 3.2.

Observando a tabela 4.7. que apresenta os benefícios económicos obtidos por cada tratamento. A adubação mineral N apesar de apresentar o maior valor de produção não representa o maior benefício monetário ao campones. O tratamento EN2 garante o maior benefício monetário para este estudo de 10 659 cts/ha. Para camponeses de baixa renda, podem optar produzir com custos mínimos. Assim o tratamento E1 pode ser considerado ideal, e apresenta um benefício com diferença relativamente inferior ao tratamento EN2 em apenas 4%.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

A aplicação do estrume bovino no solo puro, adubações E1 e E2, melhorou significativamente a produção de feijão verde em relação á testemunha (C), por 61 e 43% respectivamente.

A combinação de NPK e estrume de curral melhorou a decomposição deste, beneficiando a nutrição da cultura em nitrogénio e outros elementos nutritivos que melhoraram significativamente o rendimento de vagem fresca para os tratamentos EN1 e EN2 em relação aos tratamentos E1 e E2.

Os camponeses locais podem melhorar a sua produção de feijão verde, a baixo custo e esforço considerável, através da aplicação de 20 toneladas de estrume de curral combinado com 15 Kg de N + 30 Kg de P + 15 Kg de K, tratamento EN2. O rendimento obtido por esta adubação não mostrou diferenças significativas em relação ao rendimento da adubação mineral (N) actualmente em uso em Mafuiane. Este tratamento, EN2, originou benefício monetário de 10 839 cts/ha que é 6% mais elevado que o do tratamento N.

Todos os tratamentos não afectaram o pH-H₂O do solo, isto deve-se principalmente ao facto de ser um solo com elevada CTC mesmo antes da aplicação do estrume de curral e solos deste tipo tem tendência de resistir a pequenas variações de pH (maior capacidade tampão), e o seu valor estar próximo a neutralidade.

A aplicação do estrume de curral, tratamento E2, melhorou o nível de matéria orgânica no solo.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Podem ser melhoradas as características químicas, capacidade de troca catiónica (CTC), percentagem de matéria orgânica (M.O.%), nitrogénio total (Ntot.) e fósforo assimilável (Pass.) do solo das machambas de Mafuiana, beneficiando simultaneamente o rendimento de feijão verde, com a aplicação combinada de estrume de curral e NPK, tratamento EN2.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

5.2. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se, para Mafuiane, o aumento do período de de curtição do estrume de curral, uma vez que a manter o período actual o estrume continuará a ser aplicado antes que a decomposição tenha atingido níveis ideais.

Com base neste estudo recomenda-se a camponeses de baixa renda a aplicação de 10 toneladas de estrume bovino (tratamento E1) para o melhoramento do rendimento de feijão verde e considerável benefício monetário de 7 262 cts/ha.

Para camponeses interessados pelo máximo benefício económico (Margem bruta) podem obtê-lo com aplicação do tratamento EN2. Este tratamento envolve custos de 14% mais elevado que o E1, contudo origina um benefício económico 47% mais elevado que o tratamento E1.

A adubação com estrume de curral utiliza muito a mão de obra, daí que é recomendado um estudo para analisar o impacto da introdução da adubação com estrume de curral, em Mafuiane, sobre a mão de obra empregue nas actividades agrícolas e/ou outras actividades sociais importantes para a vida do camponês.

Variações nas características físicas do solo provocadas pela aplicação de estrume bovino, tais como infiltração, condutividade hidráulica, pF do solo, podem ser incluídos nos estudos posteriores.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

BIBLIOGRAFIA

- Escola Superior De Agricultura De Lavras (1994)-*Efeito de cinzas e de material orgânico na nodulação e desenvolvimento do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)-Ciência e Prática-volume 18 n° 3, Lavras, Brasil. pag. 268-273.*
- GITTINGER, J. P. (1982)-*Economic Analysis of Agricultural Projects. 2nd edition completely, revised and expanded, World Bank, Beltimore, Marylande, USA.*
- GOMES, P. (1979)- *Aubos e Adubação- 8ª edição Livraria Nobel.*
- GOMEZ, K. A. e GOMEZ, A. A. (1984)-*Statistical Procedures for Agricultural Research-2nd Edition, International Rice Research Institute, Laguna, Philipines.*
- HILDEBRAND, P.; POATS, S. and WALECKA, L. (1989)-*Intodução à Pesquisa e Extensão de Sistemas Agropecuários, Universidade de Flórida, Gainesville, USA.*
- INCKEL, M. (1990)-*Fabrico e utilização de Estrume Curtido, Portugal.*
- INIA (1988)-*Resultados de Investigaçõ de Feijão vulgar (Phaseolus vulgaris L.) 82-87; Documento do Campo n° 1. Maputo, Moçambique.*
- de MELLO, F. A. F.; et al (1989)-*Fertilidade do Solo-3ª edição, 3ª reimpressão, São Paulo, Brasil.*
- Malavolta, E.(1981)-*Manual de química Agrícola Adubos e adubação, 3ª edição, Editora Agronómica, São Paulo, Brasil.*
- MENETE, M. Z.L. (1996)-*Manual das aulas Práticas de Fertilidade do Solo, UEM, FAEF, Maputo, Moçambique.*
- RIBEIRO, J. E. M. M. (1996)-*Estudo do Efeito da Aplicação Combinada do Bagaço de Mafurra e da Ureia na Cultura de Alface (Lactuca sativa L.): Trabalho de Licenciatura na UEM- Fac. de Agronomia e Engª florestal, Maputo, Moçambique.*
- RIPADO, M. F. B. (1992)-*O FEIJÃO: Variedades, Cultura, Produção- Biblioteca do Agricultor; publicações Europa&América, Portugal.*
-
- Chongo, D.A.:*Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (Phaseolus vulgaris L.) no regadio de Mafuiane.*

RYNK, R. (1992)-*On-farm Composting Handbook*.
ROHRMOSER, K. (1987)-*Manual de Ensaio de Campo na
Cooperação Técnica; gtz & CTA-comunicação especial 209,
Braunschweig, Alemanha.*

SCHOONHOVEN, van A. and VOYESEST, O. (1991)-*COMMON BEANS:
Research for Crop Improvement- CIAT, CAB International.*

SPITTEL, M.; FELISBERTO, F. e NHOELA, A. (1992)-*Estudo da
vulnerabilidade de agregados familiares chefiados pelas mulheres
nos bairros Patrice Lumumba, Singatela and São Damasco, do
distrito da Machava, Província de Maputo, Moçambique, FAEF, UEM
MAPUTO.*

VILANCULOS, M. F. e SERNO, G. (1993)-*Levantamento Detalhado
de Solos da área de Mafuiane: SÉRIE TERRA E ÁGUA- INIA
Comunicação n° 70, Maputo-Moçambique.*

de WIT, H. A. (1993)- *Apontamentos da disciplina de
fertilidade de solos-UEM, Maputo, Moçambique.*

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e
combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no
regadio de Mafuiane.

ANEXO 2

APRESENTAÇÃO DOS TRATAMENTOS ALEATORIZADOS NAS MACHAMBAS RESPECTIVAS

MACHAMBA Nº 1 (Parcela S 9)

R 1

EN2	E2	N
C	EN1	E1

R 2

E1	E2	EN2
C	EN1	N

MACHAMBA Nº 2 (Parcela S 1)

R 1

E1	EN1	N
E2	C	EN2

R 2

EN2	EN1	C
E1	N	E2

MACHAMBA Nº 3 (Parcela F 16)

R 1

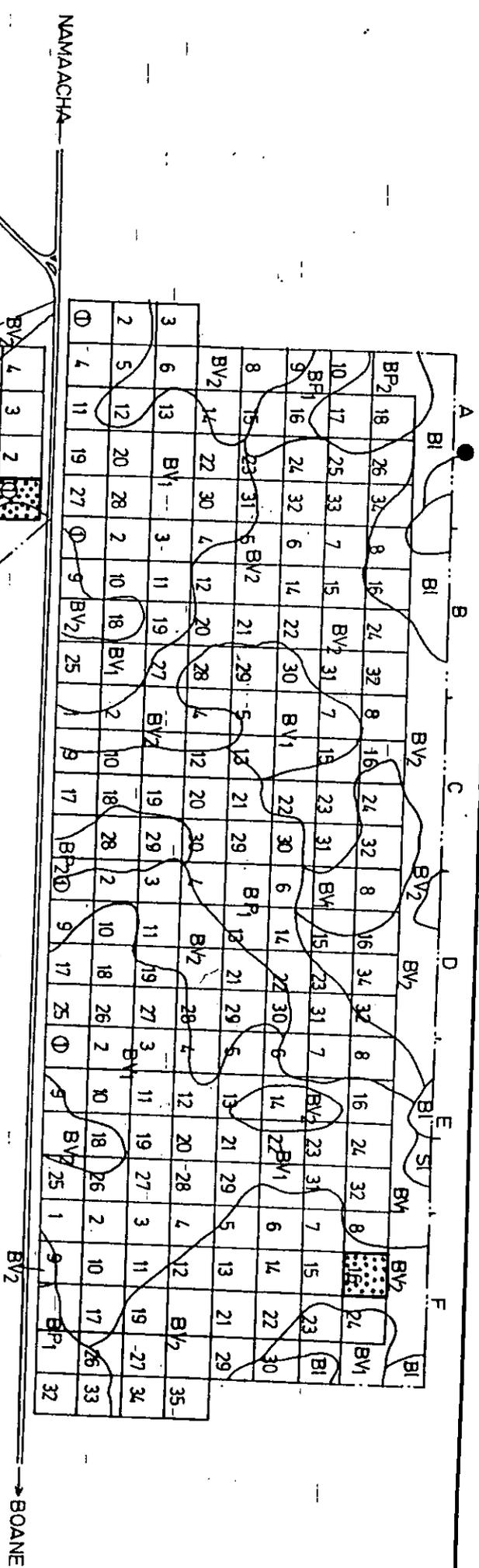
E2	N	E1
C	EN1	EN2

R 2

EN2	C	N
EN1	E2	E1

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Anexo 1. Área de Estudo (REGADIO DE MAFUJANE)



- LEGENDA**
- BV1 - Solos Basálticos Vermelhos Com Profundidade Superior a 100 Cm.
 - BV2 - Solos Basálticos Vermelhos Com Profundidade Entre 50-100 Cm.
 - BP1 - Solos Basálticos Pretos Com Profundidade Superior a 100 Cm.
 - BP2 - Solos Basálticos Pretos Com Profundidade Entre 50-100 Cm.
 - BI - Solos Basálticos Líticos Com Profundidade Inferior a 50 Cm.
-  Parcelas Utilizadas Para o Estudo
 ⊙ - Número da Parcela
 A - Número do Bloco

ANEXO 3
TABELA DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DETERMINADAS 55 dias e 15 dias EM RELAÇÃO AO RENDIMENTO
DO FEIJÃO VERDE (*Phaseolus vulgaris* L.)

Machambas	Repetições	Tratamentos	pH H ₂ O	Bases Trocáveis*					CTC*	SB%	MO %	C %	Ntotal %	Pass ppm	C/N	Rendimento ton/ha**
				Ca	Mg	K	Na									
S 9	Repetição1	C	6,51	6,50	2,98	1,95	0,76	25,9	44,1	2,6	1,5	0,15	0,6	10,2	1,1	
		E1	6,87	7,00	3,00	2,16	2,13	27,2	52,5	3,2	1,8	0,15	0,9	12,4	1,8	
		E2	6,60	6,51	3,01	2,15	2,05	26,3	52,2	4,2	2,4	0,13	0,8	18,4	1,5	
		EN1	6,86	7,57	3,09	2,02	1,08	27,1	50,8	3,3	1,9	0,17	1,4	11,4	2,2	
		EN2	6,73	8,56	3,98	2,21	1,98	28,3	59,1	3,8	2,2	0,17	1,3	13,0	2,6	
	N	5,94	6,46	2,91	2,12	2,11	23,4	58,1	2,9	1,7	0,27	3,9	6,1	2,9		
	Repetição2	C	6,83	6,45	2,89	2,09	1,97	26,4	50,8	2,8	1,6	0,16	1,6	9,7	1,4	
		E1	6,91	6,67	3,01	2,18	2,10	27,1	51,5	3,9	2,2	0,19	0,5	12,0	2,0	
		E2	6,27	6,55	3,03	2,17	2,10	26,0	53,3	4,1	2,3	0,14	0,7	16,7	1,6	
		EN1	6,60	7,50	3,05	1,97	1,11	26,8	50,9	3,2	1,8	0,22	1,0	8,3	2,3	
EN2		6,80	8,88	3,90	2,22	1,72	27,7	60,4	3,5	2,0	0,17	0,9	11,7	2,5		
N	6,50	6,44	3,01	2,10	0,98	24,6	47,0	2,7	1,5	0,22	3,3	7,1	2,7			
Antes da Adubação			6,57	6,47	2,99	2,01	2,08	24,5	53,1	3,1	1,8	0,16	1,2	11,0		
Machamba 2	Repetição1	C	7,18	5,29	2,95	2,00	1,91	24,9	48,8	1,6	0,9	0,08	1,0	11,0	1,0	
		E1	6,98	5,43	3,08	2,25	1,62	26,9	46,0	2,6	1,5	0,12	1,6	12,0	2,0	
		E2	6,90	5,39	3,04	2,19	2,91	25,9	52,2	3,2	1,8	0,10	1,2	17,5	1,5	
		EN1	6,79	7,11	3,12	2,22	1,99	26,4	54,7	2,5	1,4	0,14	1,1	10,0	1,8	
		EN2	7,30	8,71	3,16	2,31	1,81	27,2	58,8	3,0	1,7	0,13	1,2	13,4	2,4	
	N	6,89	5,40	2,90	2,19	2,10	25,3	49,8	2,0	1,1	0,16	2,2	7,1	2,6		
	Repetição2	C	6,72	5,35	3,00	2,11	2,12	25,7	48,9	1,9	1,1	0,09	0,9	12,0	1,2	
		E1	7,16	5,51	3,06	2,10	2,07	27,6	46,2	2,4	1,4	0,12	1,4	11,4	2,2	
		E2	6,89	5,40	3,05	2,19	2,30	26,9	48,1	2,9	1,7	0,10	1,5	16,5	1,7	
		EN1	6,94	7,18	3,11	2,01	1,61	27,0	51,5	2,5	1,4	0,15	2,0	9,50	1,6	
EN2		6,63	8,40	3,18	2,29	1,98	28,1	56,4	2,7	1,5	0,15	1,9	10,0	2,7		
N	7,29	5,46	2,96	2,21	2,26	26,0	49,6	1,7	1,0	0,17	3,0	5,7	2,7			
Antes da Adubação			7,27	5,38	2,98	2,17	2,41	25,2	51,3	2,1	1,2	0,10	0,9	12,3		
Machamba 3	Repetição1	C	7,33	7,18	3,11	2,17	2,10	28,7	39,9	3,4	1,9	0,16	2,9	12,1	2,1	
		E1	7,16	7,23	3,17	2,30	1,74	26,0	55,5	3,6	2,1	0,17	1,1	12,1	2,9	
		E2	7,30	7,13	3,12	2,29	2,07	29,1	50,2	3,9	2,2	0,10	1,3	22,2	2,5	
		EN1	7,43	8,00	4,09	2,17	1,91	30,3	53,4	3,6	2,1	0,19	2,9	10,8	3,9	
		EN2	11,94	11,94	5,56	2,32	1,87	30,3	71,6	3,8	2,2	0,17	3,3	12,7	3,9	
	N	7,24	7,19	3,12	2,28	2,14	29,6	49,8	3,4	1,9	0,17	5,6	11,4	4,7		
	Repetição2	C	7,36	7,23	3,10	2,21	2,12	28,4	51,6	3,3	1,9	0,14	2,5	13,4	1,9	
		E1	7,18	7,26	3,20	2,25	2,00	27,6	53,3	3,6	2,1	0,16	1,0	12,8	3,1	
		E2	7,30	7,22	3,16	2,30	2,17	27,9	53,2	3,7	2,1	0,09	1,6	23,4	2,7	
		EN1	7,12	7,89	4,11	2,21	1,92	29,0	55,6	3,4	1,9	0,19	2,6	10,2	3,3	
EN2		7,12	9,17	5,01	2,38	1,71	29,5	61,9	3,5	2,0	0,15	2,1	13,3	3,8		
N	7,12	7,15	3,11	2,25	2,04	28,1	51,8	3,5	2,0	0,18	4,2	11,1	3,9			
Antes da Adubação			7,14	7,22	3,12	2,27	2,01	28,0	50,2	3,5	2,0	0,15	3,1	13,4		

* meq/100g de solo
 ** Vagem fresca

ANEXO 4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO DETERMINADAS NO ESTUDO E APRESENTADAS NA TABELA DO ANEXO 3.

Tabela 1. Análise combinada de variância do rendimento (ton/ha) dos seis tratamentos para as três machambas e a respectiva subdivisão da soma de quadrados da adubação.

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médios	F Calculado	F(Tabelado)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	10.949	5.474	169.8965**	30.82	9.55
	3	0.097	0.032			
Adubação	5	12.129	2.2900	76.8732**	4.56	2.90
CxAdubação	(1)	6.347	6.347	198.3438**	8.68	4.54
NxE1, E2, EN1, EN2	(1)	1.925	1.925	60.1563**	8.68	4.54
E1, E2xEN1, EN2	(1)	2.535	2.535	79.21875**	8.68	4.54
E1 x E2	(1)	0.521	0.521	16.28113**	8.68	4.54
EN1xEN2	(1)	0.801	0.801	25.03125**	8.68	4.54
M x T	(1)	0.948	0.095	3.0035*	3.80	2.55
Erro	15	0.473	0.032			
Total	35	24.596				

**-diferenças significativas a 1%

* -diferenças significativas a 5%

Tabela 2. Análise de variância de outros contraste analisados sobre o rendimento (ton/ha).

Fonte de Variação	G.L.	Soma de Quadrados	Quadrado Médios	F Calculado	F(Tabelado)	
					1%	5%
N x EN1, EN2	(1)	0.380	0.380	11.875**	8.68	4.54
C x E1, E2	(1)	1.823	1.823	56.96875**	8.68	4.54
N x EN2	(1)	0.008	0.008	0.25ns	8.68	4.54

**-diferenças significativas a 1%

ns-diferenças não significativas

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Tabela 3. Análise de variância do pH-H₂O dos seis tratamentos nas três machambas.

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabel.)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	2.132	1.066	76.7398**	30.82	9.55
	3	0.042	0.014			
Tratamentos M X T	5	0.213	0.043	0.7918ns	4.56	2.90
	10	0.625	0.063	1.1598ns	3.80	2.55
Erro	15	0.808	0.054			
Total	35	3.820				

** diferenças significativas a 1%
ns diferenças não significativas.

Tabela 4. Análise de variância do Ca trocável (meq/100 g do dolo) dos seis tratamentos nas três machambas.

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabel.)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	16.547	8.274	40.4854**	30.82	9.55
	3	0.613	0.204			
Tratamentos M X T	5	41.545	8.309	37.8406**	4.56	2.90
	10	2.295	0.229	1.0450ns	3.80	2.55
Erro	15	3.294	0.220			
Total	35	64.294				

** diferenças significativas a 1%
ns diferenças não significativas.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Tabela 5. Análise de variância do Mg trocável (meq/100 g de solo) dos seis tratamentos nas três machambas.

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabel.)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	2.503	1.252	181.047**	30.82	9.55
	3	0.021	0.007			
Tratamentos M X T	5	5.894	1.179	118.743**	4.56	2.90
	10	3.556	0.356	35.8177**		
Erro	15	0.149	0.010			
Total	35	12.123				

** diferenças significativas a 1%

Tabela 6. Análise de variância do K trocável (meq/100 g do solo) dos seis tratamentos nas três machambas.

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabel.)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	0.135	0.068	29.7102*	30.82	9.55
	3	0.007	0.002			
Tratamentos M X T	5	0.172	0.034	10.4437**	4.56	2.90
	10	0.013	0.001	0.4084ns		
Erro	15	0.049	0.003			
Total	35	0.376				

* diferenças significativas a 5%

** diferenças significativas a 1%

ns diferenças não significativas.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Tabela 7. Análise de variância da CTC (meq/100 g de solo) dos seis tratamentos nas três machambas.

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabelado)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	38.217	19.109	19.7392*	30.82	9.55
	3	2.904	0.968			
Tratamentos M x T	5	26.185	5.237	16.7463**	4.56	2.90
	10	17.413	1.741			
Erro	15	4.697	0.313			
Total	35	89.410				

* diferenças significativas a 5%

** diferenças significativas a 1%

Tabela 8. Análise de variância da Soma de Bases (SB%) dos seis tratamentos nas três machambas.

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabel.)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	56.521	28.260	6.8020ns	30.82	9.55
	3	12.464	4.155			
Tratamentos M x T	5	666.911	133.382	9.2276**	4.56	2.90
	10	146.326	14.633			
Erro	15	216.821	14.455			
Total	35	1099.043				

** diferenças significativas a 1%

ns diferenças não significativas.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Tabela 9. Análise de variância da Matéria Orgânica (M.O %) dos seis tratamentos nas três machambas.

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabel.)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	8.872	4.436	136.4872**	30.82	9.55
	3	0.097	0.032			
Tratamentos M X T	5	4.949	0.990	27.6233**	4.56	2.90
	10	1.052	0.105			
Erro	15	0.537	0.036			
Total	35	15.507				

* diferenças significativas a 5%

** diferenças significativas a 1%

Tabela 10. Análise de variância do Nitrogênio total (Ntot.%) dos seis tratamentos nas três machambas.

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabel.)	
					1%	5%
Machambas Rep. nas Mach.	2	0.017	0.008	34.8488**	30.82	9.55
	3	0.001	0.0003			
Tratamentos M X T	5	0.028	0.006	23.693**	4.56	2.90
	10	0.006	0.001			
Erro	15	0.004	0.0003			
Total	35	0.055				

** diferenças significativas a 1%

ns diferenças não significativas.

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.

Tabela 11. Análise de variância do fósforo assimilável (P ppm) dos seis tratamentos nas três machambas (dados transformados-Log₁₀(Pass.+1)).

Fonte de Variação	G. liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F Calc.	F(Tabel.)	
					1%	5%
Machambas	2	0.202	0.101	14.9730*	30.82	9.55
Rep. nas Mach.	3	0.020	0.007			
Tratamentos M X T	5	0.469	0.094	23.1351**	4.56	2.90
	10	0.114	0.011	2.8046*	3.80	2.55
Erro	15	0.061	0.004			
Total	35	0.866				

* diferenças significativas a 5%

** diferenças significativas a 1%

Chongo, D.A.: Avaliação do efeito de aplicação de estrume de curral e combinação com NPK no rendimento de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) no regadio de Mafuiane.