

EFEITO DE ADUBOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E
CONTEÚDO DE NUTRIENTES EM SORGO FORRAGEIRO
(SORGHUM VULGARE PERS.)


José Carlos Ribeiro de Carvalho

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1986


Esta Dissertação foi apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgada pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja de conformidade com as normas da ética científica.



JOSÉ CARLOS RIBEIRO DE CARVALHO


DISSERTAÇÃO APROVADA EM 14/01/86



JOSÉ NELSON ESPÍNDOLA FROTA
Orientador



FERNANDO FELIPE FERREYRA HERNANDEZ



ROGÉRIO TAVARES DE ALMEIDA



A meus pais JOÃO e CLARICE,
exemplos de tenacidade e amor.

A minha esposa NINHA,
pelo incentivo, carinho e compreensão.

Aos meus filhos SANDRO, DANIELA, VICTOR e
VANESSA, razão maior de minha vida.

Aos meus irmãos, INA, JOÃO, VIVALDO e SIN
FRÔNIO, partes do meu ser.

Aos meus sogros, VITÓRIO e ALICE,
verdadeiros pais.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Bahia, pela oportunidade e suporte financeiro para a realização do curso.

À Universidade Federal do Ceará e em particular, à Comissão de Seleção do Curso de Mestrado do Departamento de Ciências do Solo, pela nossa admissão ao curso.

Ao Professor JOSÉ NELSON ESPÍNDOLA FROTA, pela orientação recebida e confiança dispensada.

Ao Professor MARDÔNIO AGUIAR COELHO, Coordenador do Curso, pelos ensinamentos, gentileza e estímulo.

Ao Professor FERNANDO FELIPE FERREYRA HERNANDEZ, pelo apoio e amizade demonstrada.

Ao Professor ROGÉRIO TAVARES DE ALMEIDA, pelos ensinamentos, incentivo e amizade.

Ao Convênio BNB/UFC/FCPC - Utilização de Adubos Alternativos, pelo financiamento de parte deste trabalho.

À CAPES/PICD - Plano Institucional de Capacitação de Docentes, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos demais Professores e em particular ao Professor ELDER GURGEL SOUZA MOREIRA, Chefe do Departamento de Ciências do Solo, pelo incentivo e confiança.

Ao amigo ALINO MATTA SANTANA, Chefe do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura/EMBRAPA, como prova de reconhecimento e amizade.

Ao amigo BENEDITO SANTANA DE BRITO, pelo alto espírito de companheirismo e amizade.

Aos colegas dos Cursos de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas e Engenharia Agrícola, pelo excelente convívio, carinho e apoio durante o período do curso.

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo

pela presteza e amizade, em particular a ANTONIO LUIZ DE OLIVEIRA, pela colaboração nos trabalhos de laboratório.

Ao colega e amigo JOÃO ALBANY COSTA, pela orientação estatística e sugestões.

Aos funcionários da Biblioteca Setorial de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, e da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), pelo suporte bibliográfico.

Aos colegas do Departamento de Química Agrícola e Solos da EAUFBA, pelo incentivo e confiança.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Importância da Matéria Orgânica	3
2.2. Adubação Orgânica	4
2.3. Adubação Mineral	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Caracterização do Solo	11
3.2. Condução do Experimento e Delineamento Estatístico	11
3.3. Análises Procedidas	16
3.4. Parâmetros Avaliados	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Primeiro Cultivo	18
4.1.1. Altura de Planta	18
4.1.2. Produção de Matéria Seca	18
4.1.3. Teor de Nutrientes na Planta	21
4.1.3.1. Nitrogênio	21
4.1.3.2. Fósforo	25
4.1.3.3. Potássio	27
4.2. Segundo Cultivo	29
4.2.1. Altura de Planta	29
4.2.2. Produção de Matéria Seca.....	29
4.2.3. Teor de Nutrientes na Planta	34
4.2.3.1. Nitrogênio	34
4.2.3.2. Fósforo	38
4.2.3.3. Potássio	41

	Página
4.2.4. Correlação entre a Parte Aérea e o Sistema Radicular	44
5. CONCLUSÕES	47
6. LITERATURA CITADA	48
7. ANEXO	54

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1 Características físicas e químicas do horizonte Ap (0-20cm) do solo Podzólico Vermelho Amarelo Austrófico, Caucaia, Ceará.....	12
2 Tratamentos empregados no ensaio e seus respectivos teores de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O, Fortaleza, 1985	14
3 Teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio e relação C/N dos adubos orgânicos, empregados no ensaio. Fortaleza, 1985.....	15
4 Dados de altura de planta e peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular do sorgo 1º cultivo, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985	19
5 Quantidade total de NPK na parte aérea (PA) e sistema radicular (SR) do sorgo, 1º cultivo, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985...	22
6 Dados de altura de planta e peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular do sorgo, 2º cultivo, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.	30
7 Altura de planta do sorgo em dois cultivos, sob o efeito dos tratamentos, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.	31
8 Produção de matéria seca na parte aérea do sorgo em dois cultivos, sob o efeito dos tratamentos, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.	32

TABELA

Página

9	Produção de matéria seca no sistema radicular do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.	33
10	Quantidade total de NPK na parte aérea (PA) e sistema radicular (SR) do sorgo, 2º cultivo, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985..	35
11	Teor médio da extração de nitrogênio, na parte aérea do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos. Fortaleza, 1985.	36
12	Teor médio da extração de nitrogênio no sistema radicular do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos. Fortaleza, 1985.	37
13	Teor médio da extração de fósforo, na parte aérea do sorgo, em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos. Fortaleza, 1985.	39
14	Teor médio da extração de fósforo, no sistema radicular do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos. Fortaleza, 1985.	40
15	Teor médio da extração de potássio, na parte aérea do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos. Fortaleza, 1985.	42
16	Teor médio da extração de potássio, no sistema radicular do sorgo, em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos. Fortaleza, 1985.	43
17	Coeficientes de correlação entre a parte aérea e o sistema radicular dentro dos tratamentos para os teores de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio do sorgo, segundo os períodos de cultivos. Fortaleza, 1985.	45

RESUMO

Com o objetivo de avaliar diferentes adubos orgânicos na produção de matéria seca e conteúdo de nutrientes no sorgo forrageiro (Sorghum vulgare Pers.) cultivar EA-116, foi conduzido um experimento com dois cultivos na Universidade Federal do Ceará. Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constaram de uma adubação química NPK, esterco de bovino e de galinha, bagana de carnaúba, isolados e em diferentes combinações e da testemunha. Os níveis de adubação química escolhidos foram 200mg N/vaso, 150mg P₂O₅/vaso e 100mg K₂O/vaso, sendo os adubos orgânicos usados nas quantidades de 50g/vaso. As adubações orgânicas, fosfatada e potássica dos diversos tratamentos foram efetuadas no momento do plantio, enquanto o adubo nitrogenado foi aplicado na proporção de 1/3 por ocasião do plantio e o restante 30 dias após. Empregou-se sacos de polietileno com 5kg de um solo Podzólico Vermelho Amarelo, onde foi efetuado o plantio, realizando-se a colheita 60 dias após a implantação do experimento. Para avaliar o efeito residual das fontes orgânicas, foi efetuado um segundo plantio sem o procedimento de adubação. Os parâmetros avaliados foram: altura, peso de matéria seca e teores de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea e sistema radicular. Os resultados mostraram que o esterco de galinha foi o adubo orgânico que apresentou as melhores respostas para produção de matéria seca e na absorção de NPK na parte aérea e sistema radicular para ambos os cultivos. O esterco de bovino e a adubação química NPK usados isoladamente, apresentaram resultados estatisticamente equivalentes, mas inferiores ao esterco de galinha nos dois cultivos. A bagana de carnaúba apresentou as menores respostas em todas as variáveis estudadas. A produção de matéria seca no segundo cultivo foi sensivelmente inferior à do primeiro nas diferentes fontes, comportamento atribuído principalmente à deficiência

de nitrogênio revelada pela análise da planta, evidenciando um baixo poder residual das fontes para este elemento e mascarando o poder residual dos adubos para o fósforo e potássio. Os resultados apresentados pelo sorgo, para os vários tratamentos, estão relacionados com os teores de nutrientes e relação C/N dos diferentes materiais.

ABSTRACT

An experiment under greenhouse conditions was conducted at the Federal University of Ceará. Its objective was to evaluate organic fertilizers in the production of dry matter and nutrient content of sorghum (Sorghum vulgare Pers.), cultivar EA-116.

A completely randomized design was used with 12 treatments and 4 repetitions. The treatments were a NPK chemical formulae, cow and chicken manure, "carnauba" straw, and the control.

The evaluation was made on the basis of plant height, dry matter and nitrogen, phosphorus, and potassium contents of aerial parts and roots. Chicken manure was the best treatment for dry matter production and absorption of NPK.

There was no significant difference between cow manure and chicken manure. Carnauba straw was inferior to all other treatments.

The residual effect of fertilizers was tested. There was no difference among treatments for dry weight of aerial parts and roots neither for the content of NPK.

1. INTRODUÇÃO

Os baixos índices de produtividade para a maioria das culturas na Região Nordeste, são resultantes de vários fatores, destacando-se a baixa fertilidade dos solos. Para aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas, pode-se empregar adubos químicos ou orgânicos ao solo. Entretanto, em função dos crescentes aumentos dos preços no mercado, o uso de fertilizantes químicos está praticamente restrito a culturas agrícolas com maiores rentabilidades, tais como, cana-de-açúcar e cacau, tornando-se necessário pesquisas sobre fontes alternativas mais baratas que venham complementar ou substituir estes materiais na prática da adubação em culturas produtoras de grãos e forragens.

O adubo orgânico, quando utilizado de modo adequado, contribui para a melhoria da fertilidade do solo, constituindo-se atualmente em alternativa viável para as áreas ocupadas por pequenos produtores, pois, normalmente, são encontrados na propriedade, diminuindo, conseqüentemente, os custos com a adubação. Estes resíduos orgânicos, embora apresentem menores concentrações em nutrientes que os fertilizantes minerais, podem conter em suas constituições uma maior diversidade destes que, estando ausentes no solo, limitam a produção.

Além do aspecto químico, são bem conhecidos os efeitos positivos proporcionados pela matéria orgânica quanto a melhoria das características físicas e biológicas que influenciam a fertilidade de modo indireto.

O sorgo, por se desenvolver bem sob condições de baixa precipitação pluviométrica, pode contribuir para uma maior produção de forragem no Nordeste. Segundo CARMO et alii(1983), esta gramínea vem se constituindo numa importante forrageira no arraçoamento animal para o Estado do Ceará, pois a formação de pastos naturais tem sido dificultada pela distribuição irregular das chuvas, principalmente na fase vegetativa ou re

produtiva das plantas nativas ou exóticas.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes adubos orgânicos na produção de matéria seca e conteúdo de nutrientes no sorgo forrageiro (Sorghum vulgare Pers.) em casa-de-vegetação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da Matéria Orgânica

São múltiplos os efeitos proporcionados pela matéria orgânica sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Fisicamente, estes resíduos favorecem a formação de agregados estáveis, melhorando a estrutura e aumentando conseqüentemente a porosidade, capacidade de retenção de água, drenagem e a circulação de ar ao redor das raízes; atenua a variação da temperatura do solo; diminui a plasticidade e coesão, aspectos relevantes para solos com maior teor de argila (BAVER et alii, 1973; JORGE, 1983; FASSBENDER, 1984).

A matéria orgânica contribui de maneira acentuada para a melhoria das condições químicas do solo, sendo de maior importância a alta capacidade de troca de cátions que apresenta, influenciando na regulação do pH através do aumento do poder tampão; certos compostos orgânicos têm a capacidade de formar complexos com íons metálicos, principalmente alumínio, contribuindo para uma melhor disponibilidade de fósforo às plantas; aumenta o intercâmbio aniônico, especialmente fosfatos e sulfatos; participa nos processos pedogenéticos do solo (VAN RAIJ, 1983; FASSBENDER, 1984). A matéria orgânica pode conter na sua composição uma grande diversidade de nutrientes, sendo o nitrogênio, o fósforo e o enxofre encontrados em maiores quantidades, ficando os mesmos disponíveis para as plantas, através do processo da mineralização realizado por microrganismos (PRIMAVESI, 1980).

A macro e microflora do solo são influenciadas drasticamente pelo conteúdo de matéria orgânica, estando a multiplicação e o trabalho destes organismos condicionados direta ou indiretamente à sua ação por interferirem na disponibilidade de nutrientes, teor de umidade, temperatura e aeração

(ALEXANDER, 1977). Em função dos efeitos apresentados pela matéria orgânica no solo e a crescente crise de energia no mundo, pesquisas sobre adubação orgânica têm sido incrementadas em muitas culturas com os mais variados resíduos orgânicos.

2.2. Adubação Orgânica

No Centro de Pesquisas de Bambeý, África, VIDAL et alii (1962) conduziram um trabalho para verificar a influência do esterco de bovino na dosagem de 10t/ha e da formulação mineral 14-7-7, 150kg/ha, usada de modo fracionado sobre os rendimentos e qualidade das colheitas do sorgo. A análise estatística dos resultados atribuiu um maior aumento na produção de grãos proporcionado pelo esterco de bovino, em relação aos outros tratamentos.

Verificando as respostas de onze gramíneas à adubação orgânica na produção de matéria seca, usando 40t/ha de esterco de bovino, MACHADO (1980) concluiu que, de um modo geral, as espécies forrageiras responderam favoravelmente ao adubo orgânico, com um acréscimo médio de produção para as diferentes espécies de 47% em relação à testemunha.

FARIAS et alii (1977) realizaram um experimento com adubação orgânica, objetivando a produção de matéria seca em sorgo, milho e capim elefante. Como fontes orgânicas, foram usados o esterco de bovino e a cama de galinheiro. Observou-se que a percentagem de matéria seca variou com as espécies forrageiras estudadas e com a interação espécie x adubação; o desdobramento da interação mostrou maiores respostas da adubação orgânica para o sorgo, em relação às outras espécies forrageiras. Foi notada uma tendência do adubo cama de galinheiro possuir efeito de aproximadamente duas vezes maior que o esterco de bovino.

LUND et alii (1975), verificando o efeito de diferentes quantidades do esterco de bovino sobre a produção e qualidade de forragem em milheto e centeio, durante três anos, em diferentes tipos de solo, constataram que doses elevadas do

adubo (180 e 220t/ha/ano) causaram excessiva acumulação de nitrato na forragem. Ainda com relação à qualidade da forragem, os autores encontraram que, além da aplicação de 90t/ha/ano, o material apresentava uma relação $K/(Ca+Mg)$ superior a 2,2, a qual é prejudicial à saúde animal. As duas menores doses de aplicação (22,5 e 45t/ha/ano) produziram forragem de milho e centeio de boa qualidade. MUGIWARA (1976), trabalhando com as mesmas culturas e utilizando o esterco de bovino durante o mesmo espaço de tempo, em solo franco argilo-arenoso, observou excessivo acúmulo de nitrato no solo e na planta a doses de aplicação maiores que 44t/ha/ano.

Conduzindo um ensaio em campo, para verificar os efeitos de níveis crescentes do esterco de bovino e cama de galinheiro, sobre a produção de matéria seca de sorgo e milho, LIRA et alii (1978) concluíram que ambas as gramíneas responderam marcantemente aos estrumes, tendo sido o de bovino um pouco superior ao cama de galinheiro, quando supriram a mesma quantidade de nitrogênio. A produção de matéria seca, tanto do sorgo como do milho, aumentou em aproximadamente 2t/ha, quando adubados com 20t/ha de esterco de bovino ou 10t/ha de cama de galinheiro.

Visando o aproveitamento da palha de trigo como adubo orgânico, FORTUN & HERNANDO (1981) conduziram um ensaio com sorgo. A palha foi usada isolada e em associação com diferentes níveis de nitrogênio mineral. Pelos resultados alcançados, concluíram que a aplicação deste resíduo orgânico incidiu favoravelmente sobre os rendimentos da cultura, principalmente por ter aumentado a eficiência do adubo nitrogenado.

Estudando o efeito de calcário e da matéria orgânica sobre a disponibilidade de Fe e Mn para a planta do sorgo, PATIL & PATIL (1981) verificaram que a adição de $CaCO_3$ causou um decréscimo acentuado na concentração desses elementos na planta, como também uma diminuição de matéria seca e produção de grãos. O uso da matéria orgânica na quantidade de 15t/ha aumentou o teor de Fe e Mn no vegetal nos estágios iniciais e na época de florescimento, com conseqüentes aumen

tos na produção,

Na Índia, foram conduzidos vários experimentos com sorgo granífero, em casa-de-vegetação, com a finalidade de observar a influência de diferentes níveis de nitrogênio e teores de matéria orgânica sobre a qualidade e produção do sorgo. Constatou-se um significativo aumento na produção de grãos e conteúdo de proteína nestes, para os acréscimos nas doses de nitrogênio e matéria orgânica (JAGTAP & PHARANDE, 1982).

ERNANI & GIANELLO (1982) conduziram um experimento sob condições de campo visando avaliar a eficiência agrônômica e o efeito de três materiais orgânicos (cama de galinha de postura, cama de frango de corte e esterco de bovino e algumas associações organominerais), tendo como planta resposta a aveia forrageira e, posteriormente, milho. A adição de 12t/ha de cama de frango proporcionou rendimento de matéria seca de aveia semelhante ao obtido pela aplicação de 50, 40 e 10kg/ha, respectivamente de N, P₂O₅ e K₂O mineral, mais 13,5t/ha de calcário. A cama de galinha proporcionou rendimentos menores, porém crescentes com o aumento da quantidade utilizada; o esterco de bovino foi o resíduo animal de menor eficiência, sendo que nenhum deles apresentou efeito residual na cultura do milho.

2.3. Adubação Mineral

O sorgo, como outras espécies vegetais tem apresentado respostas diferenciais às adubações minerais, sendo encontrados com freqüência comportamentos diversos entre as variedades com relação à adubação e a fertilidade do solo (CAMPBELL & PICKET, 1968). KLEESE *et alii* (1968), citados por ROSALEM & MALAVOLTA (1980), demonstraram que realmente pode ocorrer uma acumulação diferencial de nutrientes entre variedades da mesma espécie, e que estas diferenças estão associadas à carga genética de cada uma das variedades. As adubações nitrogenada e fosfatada têm proporcionado maiores aumentos na produção do sorgo (HERRON & ERHART, 1960). As respos

tas ao potássio são normalmente pequenas devido a maior dispo
nibilidade deste elemento nos solos, em geral (BERRA et alii,
1971; ROVIRA et alii, 1972).

Estudando espaçamento e adubação nitrogenada em sorg
go granífero, NELSON (1952) verificou aumentos significativos
na produção de grãos à aplicação de quantidades crescentes de
nitrogênio, sendo que as dosagens de 80 e 120kg/ha, apresentar
ram melhores produções. Resultados semelhantes foram verificaç
dos por GRIMES & MUSICK (1960), em vários ensaios, com densid
dades de plantio similares.

Com o objetivo de testar diversos níveis de nitrogênio
(0; 97; 194; 291 e 388kg/ha), em épocas de aplicação difer
rentes, ZELAYA & BAREA (1973) conduziram um ensaio com sorgo
forrageiro. Os resultados obtidos mostraram que a melhor respo
sta ocorreu quando foi empregado 291kg/ha de N, com aument
os significativos para o rendimento de matéria seca e percent
agem média de proteína na forragem. ESCALADA & PLUCNETT
(1977), testando dosagens de nitrogênio e alturas de corte,
na produção de matéria seca do sorgo forrageiro em diferentes
estações do ano, observaram que, durante o inverno e verão, os
melhores resultados foram alcançados com, respectivamente,
200 e 250kg de N/ha e alturas de corte de 13 e 8cm.

Trabalhando com sorgo forrageiro, cultivar EA-116, par
a a produção de massa verde e utilizando o nitrogênio em dive
rsas doses, variando a época de aplicação, CARMO (1977) concl
uiu que a melhor resposta foi obtida, com 100kg de N/ha, send
o 1/3 no plantio e 2/3 30 dias após.

Avaliando o efeito da dosagem e época de aplicação
da fertilização nitrogenada sobre a produção de grãos, resíduo
s e conteúdo de nitrogênio nos grãos, PERRY & OLSON (1975)
conduziram um experimento com sorgo granífero e milho, sendo
o nitrogênio usado em doses crescentes, até 270kg/ha, e fracio
nado em duas aplicações. A análise estatística dos resultat
os revelou, que a produção de grãos do sorgo aumentou signif
icativamente até 90kg de N/ha observando-se que o conteúdo
de N nos grãos e a produção de resíduos elevaram-se com o aum
ento das dosagens do elemento. CARVALHO et alii (1980), cul

tivando também o sorgo granífero e empregando diversas doses de nitrogênio, verificou que o conteúdo de N nos grãos aumentou com maiores níveis de N e que a P influenciou positivamente, também, no número de grãos por panícula e altura de plantas. Foi observado que a dose de 60kg de N/ha contribuiu para a maior acumulação de matéria seca na parte aérea.

Em experimento de campo, durante dois anos consecutivos, VENKATESWARLU et alii (1980) observaram os efeitos de níveis e épocas de aplicações diferentes sobre a acumulação de N em sorgo granífero. O uso da adubação nitrogenada aumentou significativamente a absorção deste elemento pela planta, sendo que a dosagem de 200kg de N/ha apresentou as maiores respostas. Quando da colheita, a percentagem recuperada de N nos parâmetros avaliados, para os anos de 1970 e 1971 foi, respectivamente, 53,8 e 56,4 na panícula, 22,5 e 22,2 nas folhas e 14,8 e 13,3 no caule. Aplicações em cobertura de nitrogênio aumentaram a absorção de N em toda a planta, até a colheita, em ambos os períodos.

Para determinar as respostas da adubação nitrogenada sobre a produção de grãos em sorgo, ALVES (1979) efetuou um ensaio em campo. Foram encontrados resultados significativos em relação à testemunha, sendo que as doses 80 e 120kg de N/ha apresentaram produções semelhantes. Idênticos efeitos foram também observados por PAL et alii (1984), empregando as mesmas dosagens.

CARVALHO et alii (1973) conduziram dois experimentos, um em campo e outro em estufa, com o objetivo de verificar as respostas do sorgo forrageiro aos diferentes nutrientes. Observaram efeitos altamente significativos da adubação fosfatada, com relação à produção de matéria seca da parte aérea, como também a influência deste elemento sobre o perfilhamento e crescimento das raízes.

Procurando determinar a época mais adequada de plantio e a influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção de grãos e sua composição protéica em sorgo forrageiro, AZEREDO et alii (1976) realizaram dois experimentos em Podzólico Vermelho Amarelo. As adubações nitrogenada e

fosfatada foram usadas em diferentes combinações. Verificou-se que a interação nitrogênio/fósforo nas doses 100kg N/120kg P₂O₅, para os plantios realizados em outubro e novembro, obtiveram as melhores respostas na produção de grãos.

Um experimento foi instalado em solo franco arenoso, sob condições de campo, para se determinar as respostas do sorgo granífero à calagem, adubação fosfatada e potássica, em diferentes combinações. Observou-se que o efeito apresentado pelo fósforo foi independente dos outros tratamentos, com a máxima produção de grãos para a dose estimada de 55,1kg/ha deste elemento. As melhores respostas dos tratamentos em que o potássio esteve presente ocorreram quando o calcário foi empregado (LUTRICK & MARTIN, 1977).

Baseados em resultados de pesquisa desenvolvidas no Estado de Minas Gerais, FONTES & MOURA FILHO (1979) citam que teores de fósforo superiores a 15ppm implicam em falta de resposta do sorgo à adubação fosfatada. Aplicações de 40 a 70kg de P₂O₅/ha devem manter níveis favoráveis do nutriente no solo para a cultura, exceto em áreas sob vegetação de cerrado, nas quais os teores de fósforo disponível são muito baixos.

PAWAR & NARKHEDE (1981) verificaram as respostas do sorgo forrageiro para diferentes níveis de N, P₂O₅ e K₂O em combinações. Aumentos nas dosagens de nitrogênio mostraram um efeito benéfico sobre a produção de matéria seca em todos os estágios de desenvolvimento da cultura; aplicação de 50kg de P₂O₅/ha elevou consideravelmente o peso seco até a maturidade da planta, não havendo diferenças significativas entre as doses de potássio empregadas (25, 50 e 75kg K₂O/ha).

Com a finalidade de observarem o efeito interativo do fósforo e potássio sobre a produção e composição química da matéria seca em sorgo forrageiro, RENEAU et alii (1983) conduziram ensaios nos anos de 1978 e 1980, com doses e épocas de aplicação diferentes. No primeiro experimento o K foi aplicado em três níveis, por ocasião do plantio, com adubação fosfatada em cobertura, enquanto que, no segundo, o fósforo foi adicionado ao solo em diferentes dosagens na época

do plantio, sendo o potássio aplicado em cobertura. Foram constatados efeitos significativos para doses crescentes de potássio quando o fósforo esteve presente, o mesmo ocorrendo com este elemento na presença do potássio. Quando o fósforo foi aplicado, as concentrações de Ca e Mg na planta aumentaram, entretanto, na ausência deste elemento, ocorreu um sensível decréscimo de Ca e Mg, atribuindo-se este fato a uma competição com o K pela absorção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente investigação foi efetuada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em casa-de-vegetação do Departamento de Ciências do Solo, Campus do Pici.

3.1. Caracterização do Solo

Foi utilizado no ensaio, um solo proveniente da Fazenda Garrote, município de Caucaia, Estado do Ceará, classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupto plântico A fraco, textura arenosa média fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado, (JACOMINE et alii, 1973). Para o experimento, foram coletados os primeiros 25cm de material do horizonte superficial.

As determinações das características físicas e químicas foram efetuadas no Laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará e são apresentadas na Tabela 1.

3.2. Condução do Experimento e Delineamento Estatístico

O sorgo forrageiro, Sorghum vulgare Pers. (Sorghum bicolor (L.) Moench.), cultivar EA-116, citado por CARMO & PINTO (1979) como produtivo, precoce e o mais adaptável às condições climáticas do Estado do Ceará, foi cultivado para produção de matéria seca.

Para avaliação geral dos resultados foi realizada a análise estatística das variáveis quantificadas, utilizando-se o esquema experimental de parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado com doze tratamentos e com quatro repetições. Os tratamentos, especificados na Tabela

TABELA 1 - Características físicas e químicas do horizonte Ap (0-20cm) do solo Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico. Caucaia, Ceará.

Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)	Argila Dispersa em água (%)	Classificação Textural	Grau de Floculação (%)	Densidade Real ₃ g/cm		
57,15	34,85	3,50	4,50	0,30	areia	93,3	2,64		
Umidade (%) 1/3 atm	Umidade (%) 15 atm	Água (%)	pH (H ₂ O 1:2,5)	CE a 25°C mmhos/cm	Carbono (%)	N Total (%)	Relação C/N	Matéria Orgânica (%)	
3,18	2,16	1,02	5,80	0,13	0,43	0,04	10,8	0,74	
P Assimilável (ppm)	Complexo Sortivo meq/100g de Solo								
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺ Al ³⁺	Al ³⁺	T	V (%)
3,3	0,60	0,60	0,06	0,07	1,33	0,83	0,00	2,16	62,0

2, constituíram as parcelas que foram mostradas em dois cultivos definindo assim as subparcelas. E conforme sugestão do modelo de análise estatística proposto por STEEL & TORRIE (1980), considerou-se os dados como de medidas repetidas no tempo (períodos 1 e 2 de cultivos sucessivos) sobre as mesmas unidades experimentais nas quais foram aplicados os tratamentos.

Para a comparação entre a parte aérea e o sistema radicular das respostas dos tratamentos sobre a produção de matéria seca e teores de nitrogênio, fósforo e potássio aplicou-se a análise de correlação linear de Pearson.

As concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio como também a relação C/N das fontes orgânicas empregadas, constam na Tabela 3.

Os níveis de adubação química escolhidos foram 200mg N/vaso, 150mg P₂O₅/vaso e 100mg K₂O/vaso, correspondendo a 80, 60 e 40kg/ha, respectivamente, baseados nos valores médios das recomendações preconizadas no Estado do Ceará para a cultura.

Os adubos orgânicos foram usados nas quantidades de 50g/vaso, equivalendo a 20t/ha, independente de suas origens, vegetal ou animal. Nos tratamentos em que se associou os estrumes de bovino e de galinha usou-se a metade da dosagem de cada material.

As adubações orgânicas, fosfatada e potássica dos diversos tratamentos, foram efetuadas em suas totalidades no momento da implantação da cultura. O adubo nitrogenado, foi utilizado de modo fracionado, sendo 1/3 por ocasião do plantio e os 2/3 restantes 30 dias após, em cobertura no solo.

Como unidade experimental foi usado um saco de polietileno com 5kg de solo, onde efetuou-se o plantio. Após 15 dias foi procedido o desbaste, deixando-se duas plantas por parcela, até 60 dias, ocasião em que foi tomada a altura média das plantas e realizada a colheita.

Após o primeiro cultivo foi realizado um segundo plantio nas parcelas dos diversos tratamentos, sem o procedimento

TABELA 2 - Tratamentos empregados no ensaio e seus respectivos teores de N, P₂O₅ e K₂O. Fortaleza, 1985.

Número de Tratamentos	Quantidade de Nutrientes		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	mg/vaso		
. Testemunha (T)	0	0	0
. Uréia + superfosfato triplo + cloreto de potássio (NPK)	200	150	100
. Esterco de bovino (EB)	820	600	420
. Esterco de galinha (EG)	1.145	1.510	970
. Bagana de carnaúba (BC)	300	145	350
. Esterco de bovino + esterco de galinha (EB + EC)	982	1.055	695
. Esterco de galinha + superfosfato triplo + cloreto de potássio (EG + PK)	1.145	1.660	1.070
. Esterco de bovino + superfosfato triplo + cloreto de potássio (EB + PK)	820	750	520
. Bagana de carnaúba + superfosfato triplo + cloreto de potássio (BC + PK)	300	295	450
. Bagana de carnaúba + uréia + superfosfato triplo + cloreto de potássio (BC + NPK)	500	295	450
. Esterco de bovino + esterco de galinha + superfosfato triplo + cloreto de potássio (EB+EG+PK)	982	1.205	795
. Esterco de bovino + esterco de galinha + uréia + superfosfato triplo + cloreto de potássio (EB+EG+NPK)	1.182	1.205	795

TABELA 3 - Teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio e relação C/N dos adubos orgânicos empregados no ensaio. Fortaleza, 1985.

Fonte	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)	Relação C/N
Esterco de galinha	2,29	3,02	1,94	6,63
Esterco de bovino	1,64	1,20	0,84	11,46
Bagana de carnaúba	0,60	0,29	0,70	38,33

de adubação, visando-se avaliar o efeito residual das fontes orgânicas empregadas.

3.3. Análises Procedidas

Foram realizadas no solo, segundo a metodologia preconizada no Manual de Métodos de Análises de Solos, EMBRAPA (1979), as seguintes determinações: análise granulométrica pelo método da pipeta; umidade, a 1/3 de atm pela panela de pressão e a 15 atm com o extrato de Richards; pH determinado em água na relação 1:2,5 potenciometricamente; carbono orgânico determinado volumetricamente pelo bicromato de potássio e titulado pelo sulfato ferroso amoniacal; a matéria orgânica foi estimada, multiplicando-se o resultado do carbono pela constante 1.724; o nitrogênio total foi analisado pelo método de KJELDAHL, usando-se para digestão os sulfatos de sódio e de cobre, e determinado por volumetria após retenção do NH_3 em ácido bórico e destilação a vapor; em extrato de HCL 0,05N e H_2SO_4 0,025N, foi determinado o fósforo assimilável pelo método colorimétrico, utilizando-se o ácido ascórbico; cálcio determinado pelo método complexométrico e titulado pelo EDTA; magnésio dosado com cálcio e calculado por diferença entre esse valor e o do cálcio; potássio e sódio trocáveis foram determinados por fotometria de chama; $\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$ determinados pelo método volumétrico e titulados com NaOH a 0,06N, o mesmo ocorrendo com o alumínio trocável.

Nos adubos empregados no ensaio foram realizadas as seguintes determinações: Nitrogênio total pelo método do ácido salicílico; fósforo total pelo método do "Quimiociac", e potássio por fotometria de chama (LANARV, 1983).

Na planta foram determinados: o nitrogênio total pelo método de KJELDAHL, descrito por LOTT et alii (1956), em extrato nitroperclórico o fósforo total foi determinado pelo método do Vanadato Molibdato, e o potássio por fotometria de chama (CHAPMAN & PRATT, 1961).

3.4. Parâmetros Avaliados

Após os cultivos foram estudadas as seguintes variáveis: altura de plantas, peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular e teores de nitrogênio, fósforo e potássio em ambas as partes.

A altura das plantas foi determinada por ocasião da colheita, sendo medidas as duas plantas de cada parcela, nos diversos tratamentos, do solo ao ápice das folhas.

Após cada colheita, a parte aérea e o sistema radicular dos tratamentos constantes do ensaio foram colocados em estufa a 70°C, durante 72 horas, realizando-se as pesagens até peso constante, sendo então determinado o peso da matéria seca. Posteriormente, procedeu-se a moagem do material e as análises químicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1. Primeiro Cultivo

4.1.1. Altura de Planta.

Os resultados das médias de altura, apresentados na Tabela 4, mostram que todos os tratamentos diferiram da tes temunha ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tu key. Entre os diferentes tratamentos adubados com resíduos orgânicos, fertilizantes minerais ou associações destes, ve rifica-se homogeneidade nas respostas, sendo que o tratamen- to esterco de bovino que proporcionou o maior valor em altu ra, com 133,8cm foi superior à bagana de carnaúba + PK mine ral, mas não diferiu deste resíduo vegetal quando o mesmo foi utilizado de modo isolado. HOLANDA et alii (1972), estu dando adubação mineral em sorgo, com diferentes dosagens de NPK, observaram em dois ensaios que não houve diferença esta tística em relação à altura da planta, com a elevação dos ní veis de adubação.

Os resultados apresentados pelos diversos tratamen tos estudados, sugerem que este parâmetro não foi adequado para suas avaliações. Outras variáveis, como produção de ma téria seca e quantidade total de nutrientes absorvidos, mos tram diferenças entre os vários tratamentos testados, confor me é discutido a seguir.

4.1.2. Produção de Matéria Seca

A análise estatística dos dados de matéria seca da parte aérea revela que todos os tratamentos diferiram da tes temunha ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tu key, conforme mostra a Tabela 4. O esterco de galinha propor cionou o maior valor médio de matéria seca, com 57,1g/vaso, diferindo dos tratamentos esterco de galinha + PK mine ral, adubação química NPK, esterco de bovino isolado ou suplemen

TABELA 4 - Dados de altura de planta e peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular do sorgo, 1^o cultivo, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.

N ^o	Tratamentos	Altura (cm)	Peso da Matéria Seca	
			Parte Aérea	Sistema Radicular
			g/vaso	
4	EG	132,8ab	57,1a	16,8a
12	EG+EB+NPK	123,0ab	55,4a	14,9abc
11	EG+EB+PK	119,5ab	52,4ab	15,2abc
6	EG+EB	122,8ab	50,4ab	15,9ab
7	EG+PK	126,5ab	46,4bc	16,2ab
10	BG+NPK	133,0ab	41,1cd	12,0cd
2	NPK	120,8ab	38,0cde	12,2cd
8	EB+PK	125,2ab	35,9de	12,8bcd
3	EB	133,8a	31,9e	11,0d
9	BC+PK	113,0b	21,7f	7,0e
5	BC	125,0ab	20,2f	6,9e
1	T	79,5c	7,8g	3,6e
Média		121,2	38,2	12,0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

tado com PK mineral e dos diferentes tratamentos em que esteve presente o resíduo bagana de carnaúba. Obteve-se aproximadamente o dobro de matéria seca com o tratamento esterco de galinha, quando comparado ao esterco de bovino, efeito também observado por FARIAS et alii (1977), usando quantidades crescentes de esterco de bovino e cama de galinheiro em sorgo forrageiro. Presume-se que os menores rendimentos obtidos com uso dos tratamentos esterco de bovino e bagana de carnaúba, comparando com as respostas apresentadas pelo esterco de galinha estejam relacionados a diferença nos teores de NPK apresentados por estas fontes orgânicas, conforme mostra a Tabela 2, sendo que, a alta relação C/N apresentada pela bagana de carnaúba (Tabela 3), deve ter diminuído ainda mais a disponibilidade de nitrogênio e, conseqüentemente, a produção da matéria seca, com valores menores que o esterco de bovino (Tabela 4). Em concordância com o exposto acima, trabalhos realizados por HERRON et alii (1963); ZELAYA & BAREA (1973); JACQUES et alii (1975), utilizando doses crescentes de nitrogênio mineral em sorgo forrageiro e granífero, mostram a importância deste nutriente na produção de matéria seca.

A adição de PK mineral ao esterco de bovino ou a bagana de carnaúba não aumentou de modo expressivo a produção de matéria seca, não diferindo estatisticamente das referidas fontes orgânicas, quando usadas isoladamente (Tabela 4). A bagana de carnaúba suplementada com NPK mineral, apresentou o dobro de matéria seca em relação aos tratamentos em que este resíduo foi empregado de modo isolado ou em associação com PK mineral, provavelmente devido a uma maior disponibilidade de nitrogênio pelo estreitamento da relação C/N deste material.

As demais combinações, constituídas pelo esterco de galinha + esterco de bovino, esterco de galinha + PK mineral e esterco de galinha + esterco de bovino + PK ou com NPK mineral, apresentaram as maiores produções em matéria seca, possivelmente pela presença do esterco de galinha que proporcionou o maior valor médio, dentre todos os tratamentos, quan

do usado de modo isolado.

A adubação química NPK mineral propiciou resultados similares aos obtidos com o emprego do esterco de bovino isolado ou suplementado com PK mineral, esterco de galinha + PK mineral e bagana de carnaúba + NPK mineral, sendo, contudo, superior aos tratamentos bagana de carnaúba e bagana de carnaúba + PK mineral (Tabela 4). Os rendimentos em matéria seca com o uso da adubação química NPK devem ter sido condicionados pelos teores de nutrientes na sua composição, comparando-se aos demais tratamentos empregados no ensaio (Tabela 2).

Em relação à produção de matéria seca no sistema radicular, mostrado também na Tabela 4, os tratamentos bagana de carnaúba e bagana de carnaúba + PK mineral foram os únicos que não diferiram da testemunha, evidenciando a pequena ação fertilizante produzida por este resíduo quando não é feita a suplementação com um adubo nitrogenado mineral.

Como foi observado na parte aérea, o esterco de galinha proporcionou o maior valor em peso seco com 16,8g/vaso, sendo aproximadamente cinco vezes superior à testemunha. Para os diferentes tratamentos verifica-se a mesma ordem classificatória constatada na parte aérea, sendo os tratamentos mais produtivos, além do esterco de galinha, as combinações esterco de galinha + PK mineral, esterco de galinha + esterco de bovino e esterco de galinha + esterco de bovino + PK ou com NPK mineral.

4.1.3. Teor de Nutrientes na Planta

4.1.3.1. Nitrogênio

Conforme os resultados expressos na Tabela 5, em relação à quantidade total de N na parte aérea, observa-se que os tratamentos esterco de bovino, bagana de carnaúba e bagana de carnaúba + PK mineral não diferiram estatisticamente da testemunha. Os menores teores de N total nestes tratamentos devem estar associados ao conteúdo de N total nas suas

TABELA 5 - Quantidade total de NPK na parte aérea (PA) e sistema radicular (SR) do sorgo, 1º cultivo, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
		(PA)	(SR)	(PA)	(SR)	(PA)	(SR)
----- mg/2 plantas -----							
4	EG	482,3a	143,4a	254,7a	57,8ab	852,5a	83,7bc
7	EG+PK	440,9ab	153,7a	235,3ab	68,3a	774,8ab	160,0a
12	EG+EB+NPK	411,5ab	122,abc	230,7ab	46,7bc	819,9a	104,0b
6	EG+EB	388,2ab	129,7ab	191,4b	31,0cd	684,9b	64,5cd
11	EG+EB+PK	354,0b	130,5ab	215,7ab	45,8bc	737,9ab	96,9bc
10	BC+NPK	231,3c	74,6cde	129,5c	24,9de	356,1de	22,5e
2	NPK	206,6cd	85,7bcde	100,1cd	17,5def	238,5ef	22,8e
8	EB+PK	191,0cde	87,6bcd	96,7cd	19,8def	491,4c	42,3de
3	EB	186,2cdef	87,0bcd	52,6de	14,4def	409,4cd	40,7de
9	BC+PK	106,5def	37,3def	76,1d	11,6ef	304,2de	20,3e
5	BC	97,8ef	36,1ef	23,7e	10,7ef	255,4ef	28,8de
1	T	87,0f	23,7f	8,6e	2,6f	172,2f	15,1e
Média		265,3	92,6	134,6	29,3	508,1	58,5

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

composições, comparando-se ao existente no esterco de galinha (Tabela 2) e a uma maior relação C/N da bagana de carnaúba, na ordem de 38,33:1 (Tabela 3). Segundo ALEXANDER (1977), a imobilização do nitrogênio por microrganismos começa a ocorrer quando esta relação se encontra na faixa de 20 a 30:1, provocando um decréscimo na disponibilidade do nitrogênio para as plantas.

O tratamento esterco de galinha apresentou o maior valor médio, 482,3mg/2 plantas, correspondendo a um incremento de 554,4% em confronto com a testemunha. As melhores respostas propiciadas pelo esterco de galinha, em comparação com outras fontes orgânicas, devem ter sido condicionadas pelo maior teor de nutrientes especialmente de nitrogênio na composição deste adubo (Tabela 2). Estando de acordo com os resultados verificados por VENKATESWARLU et alii (1980) que, empregando dosagens crescentes de N mineral em sorgo, observou maior acumulação de N na planta nos níveis mais elevados.

Presume-se que a dosagem utilizada de N mineral, no tratamento adubação química NPK não tenha sido suficiente para atingir os valores de N na planta obtidos pelos tratamentos com a presença do esterco de galinha associado ou não ao esterco de bovino e à adubação NPK, levando-se em consideração a quantidade de N contida nestes adubos, conforme mostra a Tabela 2. Admite-se, também, que possíveis perdas por volatilização do N mineral, principalmente na adubação de cobertura com a uréia e, em menor intensidade por lixiviação, mesmo tendo sido tomadas as devidas precauções durante as irrigações, tenham contribuído negativamente. Suposição feita também por BATAGLIA et alii (1983), trabalhando em casa-de-vegetação com diferentes adubos orgânicos e minerais, usando o capim brachiária. A adubação química NPK foi superior apenas aos tratamentos bagana de carnaúba e testemunha apresentando uma equivalência estatística ao esterco de bovino, esterco de bovino + PK mineral, bagana de carnaúba + PK mineral e bagana de carnaúba + NPK mineral, sendo inferior aos tratamentos restantes (Tabela 5).

As diferentes combinações em que o esterco de galinha

esteve presente, como: esterco de bovino + esterco de galinha, esterco de galinha + PK mineral, esterco de bovino + esterco de galinha + PK mineral e esterco de bovino + esterco de galinha + NPK mineral, proporcionaram elevados conteúdos de nitrogênio, comparando-se com outras combinações ou adubos usados isoladamente, exceto para o esterco de galinha. Comportamento que pode ser atribuído ao maior teor de N no esterco de galinha, em relação às outras fontes orgânicas utilizadas ou a adubação química NPK, pela maior quantidade de N empregada com o uso deste adubo (Tabela 2).

Analisando-se o teor de nitrogênio no sistema radicular (Tabela 5), verificou-se que houve a mesma tendência nas respostas dos tratamentos. Entretanto, o conteúdo de nitrogênio na parte aérea foi aproximadamente três vezes maior que neste componente. O teor médio de nitrogênio na parte aérea variou desde 482,3mg/2 plantas do tratamento esterco de galinha, até 87,0mg/2 plantas do tratamento testemunha. Contudo no sistema radicular, o maior teor encontrado foi 153,7mg/2 plantas que coube ao tratamento esterco de galinha + PK mineral e o menor 23,7 proporcionado pela testemunha.

Os tratamentos bagana de carnaúba e bagana de carnaúba + PK mineral não diferiram da testemunha, como constatado na parte aérea. Os tratamentos com este resíduo vegetal, apresentaram os menores valores de N total, principalmente sem a suplementação de N mineral.

A adubação química NPK e o esterco de bovino foram estatisticamente inferiores apenas aos tratamentos esterco de galinha + PK mineral e esterco de galinha, que apresentaram os melhores comportamentos.

As diferentes combinações do esterco de galinha com esterco de bovino, juntamente com adubação química PK ou NPK mineral, proporcionaram os maiores teores de N total, também verificados na parte aérea. Provavelmente estas respostas devem ter sido mais influenciadas pelo esterco de galinha, que diferiu estatisticamente do esterco de bovino e da adubação química NPK, tendo contribuído com o segundo maior valor de N total no sistema radicular.

4.1.3.2. Fósforo

A análise estatística dos dados da quantidade de fósforo total na parte aérea revela que os tratamentos esterco de bovino e bagana de carnaúba não diferiram da testemunha, conforme mostra a Tabela 5. Admite-se que os menores conteúdos de fósforo obtidos com o uso destes tratamentos estejam relacionados aos menores teores de N e P existentes nestas fontes orgânicas, comparando-se com o esterco de galinha (Tabela 2). A alta relação C/N apresentada pela bagana de carnaúba deve ter reduzido ainda mais a disponibilidade de nitrogênio, prejudicando a absorção do fósforo, pois este resíduo, mesmo suplementado com adubo fosfatado, não aumentou o teor de P total de forma expressiva, somente ocorrendo no tratamento bagana de carnaúba + NPK mineral, com a presença de nitrogênio.

O esterco de galinha apresentou o maior valor médio com 254,7mg/2 plantas de fósforo, sendo aproximadamente trinta vezes superior à testemunha. O alto conteúdo de fósforo proporcionado por este tratamento, em relação aos demais adubos orgânicos empregados e adubação química NPK, deve estar associado ao alto teor deste elemento na sua composição e à quantidade empregada (Tabela 2).

A adubação química NPK foi superior apenas à testemunha e bagana de carnaúba. A ação fertilizante produzida pela adubação química NPK, quanto à quantidade de P total na parte aérea, deve ter sido condicionada pelos menores teores de N e P, comparando-se com os existentes no esterco de galinha, pela quantidade empregada deste adubo (Tabela 2). A menor concentração de nitrogênio pode ter reduzido a absorção de fósforo, através da diminuição do efeito sinérgico entre estes dois elementos. ROY & WRIGHT (1974) afirmam ser a absorção do fósforo pela planta do sorgo influenciada drasticamente pela disponibilidade de nitrogênio no solo, havendo correlação significativa e positiva entre a quantidade de N e a absorção deste elemento. A possibilidade de uma menor absorção de fósforo em consequência do processo de fixação pelo

alumínio é pouco provável, devido ao pequeno conteúdo deste elemento constatado no solo por ocasião do plantio (Tabela 1). Admite-se, por lado, nas condições de pH 5,8 encontradas no solo do experimento, verificadas na mesma Tabela, ter ocorrido a fixação do fósforo através dos íons ferro e manganês que, segundo KIEHL (1985), se apresentam solúveis até os índices de pH 5,8 e 6,2, respectivamente.

As diferentes associações esterco de bovino + esterco de galinha, esterco de galinha + PK mineral e esterco de bovino + esterco de galinha + PK ou com NPK mineral contribuíram com os maiores valores de fósforo total que os demais tratamentos, exceto para o tratamento esterco de galinha que apresentou o maior valor médio deste elemento. Tais resultados sugerem que a superioridade destes tratamentos tenha sido em função dos teores de fósforo total no esterco de galinha mais o fósforo do superfosfato triplo, pelo comportamento apresentado das outras fontes orgânicas.

Quanto ao conteúdo de fósforo no sistema radicular, mostrado também na Tabela 5, verifica-se que houve raras modificações na ordem de classificação dos tratamentos. Contudo, foi grande a redução em relação ao teor de fósforo total da parte aérea, sendo aproximadamente cinco vezes menor.

Os tratamentos adubação química NPK, esterco de bovino, esterco de bovino + PK mineral, bagana de carnaúba e bagana de carnaúba + PK mineral não diferiram da testemunha. Confrontando o comportamento destes tratamentos com o observado na parte aérea, nota-se diferença apenas dos tratamentos adubação química NPK e esterco de bovino + PK mineral, que diferiram da testemunha, pois nos demais a significação estatística foi a mesma avaliada na parte aérea. Constata-se, mais uma vez, a importância de uma maior disponibilidade de nitrogênio no solo na absorção de fósforo pela planta, pois quando foi suplementado nitrogênio mineral ao resíduo bagana de carnaúba, no tratamento bagana de carnaúba + NPK mineral, este diferiu da testemunha e foi superior aproximadamente duas vezes ao tratamento bagana de carnaúba + PK mineral.

As associações de adubos químicos com orgânicos em

que o esterco de galinha esteve presente proporcionaram os maiores valores médios em fósforo total, sendo que esterco de galinha + PK mineral, com valor médio de fósforo total na ordem de 68,3mg/2 plantas, diferiu dos demais tratamentos, exceto para o esterco de galinha que apresentou o segundo maior valor.

4.1.3.3. Potássio

Os dados referentes a quantidade total de potássio na parte aérea, que constam também da Tabela 5, mostram que os tratamentos bagana de carnaúba e adubação química NPK, não diferiram da testemunha. A adubação química NPK proporcionou a menor quantidade de potássio total na planta entre os tratamentos adubados, admitindo-se que a dosagem de potássio mineral foi insuficiente, em relação às quantidades utilizadas dos adubos orgânicos empregados conforme a Tabela 2. Os pequenos conteúdos de potássio obtidos pelos tratamentos bagana de carnaúba e bagana de carnaúba + PK mineral podem ser atribuídos ao teor reduzido deste elemento na composição deste resíduo e, também, à influência negativa de uma relação C/N alta neste material, provavelmente diminuindo a disponibilidade de nitrogênio e interferindo na absorção de potássio pela planta (Tabela 3). Mesmo suplementada com nitrogênio mineral, no tratamento bagana de carnaúba + NPK mineral, observa-se que este não diferiu dos demais tratamentos com este resíduo. Provavelmente, a dosagem de N mineral empregada não foi suficiente para estreitar a alta relação C/N do material. Segundo NELSON (1979), existe uma estreita relação entre os elementos nitrogênio e potássio, em termos de absorção para plantas não leguminosas.

Comparando-se os tratamentos esterco de bovino e esterco de bovino + PK mineral, verifica-se que os mesmos não diferiram entre si, embora o tratamento suplementado com potássio mineral, tenha diferido estatisticamente da adubação química NPK e dos tratamentos com a bagana de carnaúba.

O tratamento esterco de galinha, com valor médio de

potássio total na ordem de 852,5mg/2 plantas, foi aproximadamente cinco vezes superior à testemunha, sendo, juntamente com os tratamentos em que foram feitas associações deste adubo com o esterco de bovino e a adubação química NPK, os que proporcionaram maiores valores médios do elemento na parte aérea.

Como foi registrado na parte aérea verificou-se que no sistema radicular os tratamentos esterco de galinha + PK mineral, esterco de galinha e esterco de galinha + esterco de bovino + PK ou com NPK mineral foram os que determinaram os níveis mais altos de potássio, revelando uma repetitividade na tendência da ordem dos tratamentos, à semelhança do que ocorreu para o nitrogênio e o fósforo. As amplitudes de variação para os teores de potássio foi 172,2 a 852,5mg/2 plantas na parte aérea e de 15,1 a 160,0mg/2 plantas no sistema radicular para este cultivo.

Os valores da quantidade total de potássio no sistema radicular mostram que os tratamentos adubação química NPK, esterco de bovino isolado ou com PK mineral e os diferentes tratamentos com a bagana de carnaúba não diferiram da testemunha (Tabela 5). O tratamento esterco de galinha + PK mineral apresentou o maior valor médio com 160,0mg/2 plantas, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, provavelmente o seu melhor efeito deve ter sido em função de teor de potássio contido no esterco de galinha mais o potássio mineral e o efeito indireto da elevada concentração de N, pela quantidade usada desta fonte orgânica, interferindo positivamente na absorção de potássio pela planta.

Os tratamentos esterco de galinha, esterco de bovino + esterco de galinha e esterco de bovino + esterco de galinha + PK ou com NPK mineral não diferiram entre si e proporcionaram valores absolutos menores apenas ao esterco de galinha + PK mineral. Os demais tratamentos apresentaram efeitos similares e não diferiram da testemunha.

4.2. Segundo Cultivo

4.2.1. Altura de Planta

Pelos dados da altura de planta (Tabela 6), observa-se que os tratamentos esterco de bovino e esterco de bovino + esterco de galinha + PK mineral, obtiveram as maiores médias, com, respectivamente, 78,1 e 78,3cm, sendo os únicos tratamentos a diferirem da testemunha. Entretanto, estes não diferiram da maioria dos tratamentos que receberam adubação, excetuando-se bagana de carnaúba e bagana de carnaúba + NPK mineral.

Comparando-se o efeito residual produzido pelas diferentes fontes empregadas, verifica-se, de um modo geral, uma certa homogeneidade entre os tratamentos, sendo que os adubos esterco de bovino e esterco de galinha usados isoladamente ou em combinações apresentaram resultados mais favoráveis. A ação fertilizante dos materiais utilizados no ensaio foi bastante reduzida, em relação ao 1º cultivo, conforme mostra a Tabela 7, ocorrendo diferença significativa de um cultivo para outro, para os diferentes tratamentos.

4.2.2. Produção de Matéria Seca

De acordo com Tabela 6, não houve diferença estatística entre os diversos tratamentos e a testemunha para a produção de matéria seca, na parte aérea, sendo que o tratamento esterco de galinha + esterco de bovino + PK mineral, apresentou o maior valor médio com 5,7g/vaso. Verificaram-se reduções do 1º para o 2º cultivo, diferindo estatisticamente os tratamentos de um período para o outro (Tabela 8).

O efeito residual dos adubos orgânicos empregados, foi bastante inferior ao esperado, principalmente com respeito ao esterco de bovino e de galinha, pelo maior conteúdo de nutrientes destes em relação à bagana de carnaúba (Tabela 2). LUND & DOSS (1980), citam que o efeito residual apresen-

TABELA 6 - Dados de altura de planta e peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular do sorgo, 2º cultivo, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	Altura (cm)	Peso da Matéria Seca	
			Parte Aérea	Sistema Radicular
			g/vaso	
11	EG+EB+PK	78,3a	5,7a	3,7a
3	EB	78,1a	4,6a	3,5a
4	EG	72,1ab	4,7a	3,9a
12	EG+EB+NPK	71,4ab	3,9a	3,2a
8	EB+PK	69,2ab	4,6a	3,1a
2	NPK	69,1ab	4,3a	3,2a
7	EG+PK	69,0ab	4,6a	4,0a
6	EG+EB	67,6ab	5,2a	3,2a
9	BC+PK	57,6ab	2,5a	2,4a
5	BC	56,8b	1,9a	1,8a
1	T	56,5b	1,9a	1,8a
10	BC+NPK	56,0b	2,7a	2,4a
Média		66,8	3,9	3,0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 7 - Altura de planta do sorgo em dois cultivos, sob o efeito dos tratamentos*, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamento	cm		Média 1º e 2º Cultivo
		1º Cultivo	2º Cultivo	
3	EB	133,8Aa	78,1Ba	105,9a
4	EG	132,8Aab	72,1Bab	102,4a
11	EG+EB+PK	119,5Aab	78,3Ba	98,9ab
7	EG+PK	126,5Aab	69,0Bab	97,7ab
8	EB+PK	125,2Aab	69,2Bab	97,2ab
12	EG+EB+NPK	123,0Aab	71,4Bab	97,2ab
6	EG+EB	122,8Aab	67,6Bab	95,2ab
2	NPK	120,8Aab	69,1Bab	94,9ab
10	BC+NPK	133,0Aab	56,0Bb	94,5ab
5	BC	125,0Aab	56,8Bb	90,9ab
9	BC+PK	113,0Ab	67,6Bab	85,3b
1	T	79,5Ac	56,5Bb	68,0c
Média		121,2A	66,8B	-
DMS (Tukey 0,05)		20,7	20,7	16,2
CV (%)		-	-	9,88

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 8 - Produção de matéria seca na parte aérea do sorgo em dois cultivos, sob o efeito dos tratamentos*, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	g/vaso		Média 1º e 2º Cultivos
		1º Cultivo	2º Cultivo	
4	EG	57,1Aa	4,7Ba	30,9a
12	EG+EB+NPK	55,4Aa	3,9Ba	29,6a
11	EG+EB+PK	52,4Aab	5,7Ba	29,0a
6	EG+EB	50,3Aab	5,2Ba	27,8ab
7	EG+PK	46,4Abc	4,6Ba	25,8ab
10	BC+NPK	41,1Acd	2,7Ba	21,9bcd
2	NPK	38,0Acde	4,3Ba	21,2cd
8	EB+PK	35,9Ade	4,6Ba	20,3cd
3	EB	31,9Ae	4,6Ba	18,3de
9	BC+PK	21,7Aaf	2,5Ba	12,1ef
5	BC	20,2Aaf	1,9Ba	11,1fg
1	TC	7,8Ag	1,9Ba	4,8g
Média		38,2A	3,9B	-
DMS (Tukey 0,05)		8,5	8,5	6,4
CV (%)		-	-	17,6

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 9 - Produção de matéria seca no sistema radicular do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos*. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	mg/2 plantas		Média 1º e 2º Cultivos
		1º Cultivo	2º Cultivo	
4	EG	16,8Aa	3,9Ba	10,3a
7	EG+PK	16,2Aab	4,0Ba	10,1a
6	EG+EB	15,9Aab	3,2Ba	9,6ab
11	EG+EB+PK	15,2Aabc	3,7Ba	9,4ab
12	EG+EB+NPK	14,9Aabc	3,2Ba	9,1ab
8	EB+PK	12,8Abcd	3,1Ba	7,9ab
2	NPK	12,2Acd	3,2Ba	7,7ab
3	EB	11,0Ad	3,5Ba	7,2bc
10	BC+NPK	12,0Acd	2,4Ba	7,2bc
9	BC+PK	7,0Ae	2,4Ba	4,7cd
5	BC	6,9Ae	1,8Ba	4,3d
1	T	3,6Ae	1,8Aa	2,7d
Média		12,0A	3,0B	-
DMS (Tukey 0,05)		3,6	3,6	6,2
CV (%)		-	-	20,6

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

tado pelos estercoq de bovino e de galinha são contraditóri-
os, sendo que os melhores resultados ocorrem quando são uti-
lizadas quantidades elevadas e seguidas de aplicações anuais
de fertilizantes minerais.

Como foi observado para a parte aérea, no sistema
radicular não houve diferença estatística entre os tratamen-
tos que receberam adubação e a testemunha, ocorrendo uma re-
dução na produção de matéria seca do 1º para o 2º cultivo de
aproximadamente cinco vezes. Correlacionando-se as produções
entre os períodos, verifica-se que somente o tratamento tes-
temunha não diferiu estatisticamente de um cultivo para o ou-
tro na produção de matéria seca, conforme mostra a Tabela 9.

4.2.3. Teor de Nutrientes na Planta

4.2.3.1. Nitrogênio

Como foi observado na produção de matéria seca neste
cultivo, nenhum dos tratamentos diferiu da testemunha, com re-
lação à quantidade de nitrogênio total na parte aérea da
planta. O tratamento esterco de bovino + esterco de galinha
+ PK mineral, proporcionou o maior valor com 29,7mg/2 plan-
tas (Tabela 10). Os baixos teores de nitrogênio registrados
para os diferentes tratamentos indicam que este elemento de-
ve ter sido um dos fatores que limitaram o crescimento, mes-
mo nos tratamentos com maior riqueza deste nutriente, como
no esterco de galinha em função da quantidade empregada (Ta-
bela 2). Estando de acordo com ERNANI (1981), citado por GIA-
NELLO & ERNANI (1983), que após quatro meses de aplicação de
cama de frango com dosagens crescentes até 18t/ha, constatou
suprimento ineficiente de nitrogênio do milho semeado sob
condições de campo.

Todos os tratamentos diferiram de um cultivo para o
outro, segundo a Tabela 11. Os valores médios apresentados
para os dois períodos revelam que, nos tratamentos em que o
esterco de galinha esteve presente usado de modo isolado ou
associado ao esterco de bovino e à adubação química NPK, di-

TABELA 10 - Quantidade total de NPK na parte aérea (PA) e sistema radicular (SR) do sorgo, 2º cultivo, média de quatro repetições. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
		(PA)	(SR)	(PA)	(SR)	(PA)	(SR)
mg/2 plantas							
11	EG+EB+PK	29,8a	26,3a	39,0a	9,1a	78,5a	14,9a
6	EG+EB	27,1a	23,6a	30,1a	8,1a	61,3a	12,7a
7	EG+PK	26,1a	22,7a	35,7a	16,8a	71,7a	20,2a
3	EB	23,6a	22,3a	11,8a	7,0a	64,4a	14,4a
4	EG	25,3a	22,0a	33,5a	14,2a	57,5a	13,6a
12	EG+EB+NPK	24,4a	21,7a	25,2a	9,0a	59,6a	17,0a
8	EB+NPK	23,1a	19,6a	25,4a	7,0a	61,9a	13,5a
2	NPK	22,0a	18,2a	16,0a	5,3a	42,9a	8,3a
10	BC+NPK	15,8a	13,1a	15,2a	5,9a	32,9a	9,8a
5	BC	14,6a	12,1a	4,7a	2,9a	27,7a	9,8a
6	BC+PK	16,0a	12,0a	17,3a	6,1a	37,7a	11,6a
1	T	10,7a	9,0a	2,0a	2,4a	34,4a	9,6a
Média		21,5	18,6	21,3	7,8	52,5	12,9

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 11 - Teor médio de nitrogênio, na parte aérea do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos*. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	1º Cultivo		2º Cultivo		Média 1º e 2º Cultivos
		mg/2 plantas				
4	EG	482,3Aa	25,3Ba	253,8a		
7	EG+PK	440,9Aab	26,1Ba	233,4a		
12	EG+EB+NPK	411,5Aab	24,5Ba	218,0a		
6	EG+EB	388,2Aab	27,1Ba	207,6a		
11	EG+EB+PK	354,0Ab	29,8Ba	191,9ab		
10	BC+NPK	231,3Ac	15,8Ba	123,6bc		
2	NPK	206,6Acd	22,0Ba	114,3c		
8	EB+PK	191,0Acde	23,1Ba	107,1c		
3	EB	186,2Acdef	23,6Ba	104,9c		
9	BC+PK	106,5Adef	16,0Ba	61,3c		
5	BC	97,8Aef	14,6Ba	56,2c		
1	T	87,0Aef	10,7Ba	48,9c		
Média		265,3A	21,5B	-		
DMS (Tukey 0,05)		103,4	103,4	76,5		
CV (%)		-	-	30,6		

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 12 - Teor médio da extração de nitrogênio, no sistema radicular do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos*. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	mg/2 plantas		Média 1º e 2º Cultivos
		1º Cultivo	2º Cultivo	
7	EG+PK	153,7Aa	22,7Ba	88,2a
4	EG	143,4Aa	22,0Ba	82,7a
11	EG+EB+PK	130,5Aab	26,3Ba	78,4ab
6	EG+EB	129,7Aab	23,6Ba	76,6ab
12	EG+EB+NPK	122,2Aabc	21,7Ba	71,9ab
3	EB	87,0Abcd	22,3Ba	54,6abc
8	EB+PK	87,6Abcd	19,6Ba	53,5abcd
2	NPK	85,7Abcde	18,2Ba	52,2abcd
10	BC+NPK	74,6Acde	13,1Ba	43,8bcd
9	BC+PK	37,3Adef	12,0Aa	24,7cd
5	BC	36,1Aef	12,1Aa	24,1cd
1	T	23,7Af	9,0Aa	16,4d
Média		92,6A	18,6B	-
DMS (Tukey 0,05)		49,5	49,5	37,4
CV (%)		-	-	38,6

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

feriu estatisticamente da testemunha, esterco de bovino isolado ou suplementado com PK mineral e dos tratamentos com a bagana de carnaúba.

De acordo com a Tabela 10, verifica-se que para o sistema radicular nenhum dos tratamentos diferiu estatisticamente da testemunha. Entretanto, constatou-se certa homogeneidade com as respostas apresentadas na parte aérea, principalmente para os tratamentos em que o esterco de galinha esteve presente, pois mesmo não diferindo dos demais, apresentaram valores absolutos maiores de nitrogênio total.

Pelos valores de nitrogênio no sistema radicular para os diferentes tratamentos de um cultivo para o outro (Tabela 12), pode-se observar que somente os tratamentos bagana de carnaúba, bagana de carnaúba + PK mineral e a testemunha não diferiram estatisticamente.

4.2.3.2. Fósforo

Os dados da quantidade de fósforo total na parte aérea, apresentados na Tabela 10, indicam que nenhum dos tratamentos diferiu da testemunha, sendo que o tratamento esterco de bovino + esterco de galinha + PK mineral propiciou o maior valor com 39,0mg/2 plantas.

Como observado no 1º cultivo, os tratamentos testemunha, esterco de bovino, esterco de bovino + PK, adubação química NPK e os diferentes tratamentos com a bagana de carnaúba proporcionaram os menores valores médios de fósforo total na parte aérea. Mesmo com um maior período de decomposição, a bagana de carnaúba apresentou a mesma ordem classificatória em relação ao 1º cultivo, com um valor de fósforo total pequeno. Provavelmente, a incubação no solo deste material por tempo mais longo possa aumentar a disponibilidade de nutrientes contidos neste resíduo, principalmente nitrogênio pela diminuição da relação C/N, vindo a favorecer a absorção de fósforo pela planta.

Admite-se que possa ter ocorrido a fixação do fósfo-

TABELA 13 - Teor médio da extração de fósforo, na parte aérea do sorgo, em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos*. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	mg/2 plantas		Média 1º e 2º Cultivos
		1º Cultivo	2º Cultivo	
4	EG	254,7Aa	33,5Ba	144,1a
7	EG+PK	235,3Aab	35,7Ba	135,5a
12	EG+EB+NPK	230,7Aab	25,2Ba	127,9a
11	EG+EB+PK	215,7Aab	39,0Ba	127,4a
6	EG+EB	191,4Ab	30,1Ba	110,7a
10	BC+NPK	129,5Ac	15,2Ba	72,3b
8	EB+PK	96,7Acd	25,4Ba	61,1bc
2	NPK	100,1Acd	16,0Ba	58,1bc
9	BC+PK	76,1Ad	17,3Ba	46,7bcd
3	EB	52,6Ade	1,8Ba	32,3cde
5	BC	23,7Ae	4,7Aa	14,2de
1	T	8,6Ae	2,0Aa	5,3e
Média		134,6A	21,3B	-
DMS (Tukey 0,05)		51,4	51,4	9,3
CV (%)		-	-	26,4

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 14 - Teor médio da extração de fósforo, no sistema radicular do sorgo em dois cultivos, sob o efeito dos tratamentos*. Fortaleza, 1985.

Nº	Tratamentos	1º Cultivo		2º Cultivo		Média 1º e 2º Cultivos
		— mg/2 plantas —				
7	EG+PK	68,3Aa	16,8Ba	42,6a		
4	EG	57,8Aab	14,2Ba	36,0ab		
12	EG+EB+NPK	46,7Abc	9,0Ba	27,8abc		
11	EG+EB+PK	45,8Abc	9,1Ba	27,4bc		
6	EG+EB	31,0Acd	8,1Ba	19,6cd		
10	BC+NPK	24,9Ade	5,9Ba	15,4cde		
8	EB+PK	19,8Adef	7,0Ba	13,4cde		
2	NPK	17,5Adef	5,3Ba	11,4de		
3	EB	14,4Adef	7,0Aa	10,7de		
9	BC+PK	11,6Aef	6,1Aa	8,9de		
5	BC	10,7Aef	2,9Aa	6,8de		
1	T	2,6Af	2,4Aa	2,5e		
Média		29,3A	7,8B	-		
DMS (Tukey 0,05)		17,9	17,9	15,0		
CV (%)		-	-	46,3		

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

ro pelos íons ferro e manganês, mormente para a adubação química NPK, pois nos demais tratamentos, em que houve a presença de adubos orgânicos, podem ter sido complexados estes íons através de radicais orgânicos. Isto concorda com KIEHL (1985), em que a toxicidade e a fixação do fósforo provocadas pelo ferro e alumínio podem ser diminuídas com a aplicação de adubos orgânicos; LUND & DOSS (1980) encontraram efeitos da matéria orgânica na diminuição do alumínio trocável, pela complexação deste íon por radicais orgânicos. Segundo MALAVOLTA (1967), a diminuição do alumínio trocável por moléculas orgânicas ou pela calagem é acompanhado por um decréscimo de Fe e Mn, pois estes elementos se encontram mais solúveis na mesma faixa de pH do solo.

Comparando-se o teor de fósforo total entre os cultivos, ocorreu uma redução de aproximadamente seis vezes no segundo cultivo, embora os tratamentos mais produtivos do primeiro cultivo, como o esterco de galinha e associações deste com esterco de bovino e adubação química com PK ou NPK tenham apresentado valores absolutos maiores que os demais (Tabela 13).

Para o sistema radicular foi mantida a mesma tendência no comportamento dos tratamentos em relação à parte aérea, embora com valores médios menores, conforme mostra a Tabela 10.

Entre o 1º e o 2º cultivos, os únicos tratamentos que não diferiram estatisticamente foram esterco de bovino, bagana de carnaúba, bagana de carnaúba + PK mineral e a testemunha, provavelmente em função de seus valores médios serem próximos entre os dois períodos (Tabela 14).

4.2.3.3. Potássio

Não foram registradas diferenças estatísticas entre os tratamentos utilizados e a testemunha quanto à quantidade total de potássio na parte aérea (Tabela 10), revelando um pequeno poder residual deste elemento. O tratamento esterco

TABELA 15 - Teor médio da extração de potássio, na parte aérea do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos*. Fortaleza, 1986.

Nº	Tratamentos	mg/2 plantas		Média 1º e 2º Cultivos
		1º Cultivo	2º Cultivo	
4	EG	852,5Aa	57,5Ba	455,0a
12	EG+EB+NPK	819,9Aa	59,6Ba	439,7a
7	EG+PK	774,8Aab	71,7Ba	423,2a
11	EG+EB+PK	737,9Aab	78,5Ba	408,2a
6	EG+EB	684,9Ab	61,3Ba	373,1a
8	EB+PK	491,4Ac	61,9Ba	276,7b
3	EB	409,4Acd	64,4Ba	236,9bc
10	BC+NPK	356,1Ade	32,9Ba	194,5bcd
9	BC+PK	304,2Ade	37,7Ba	171,0cd
5	BC	255,4Aef	27,7Ba	141,5cd
2	NPK	238,5Aef	42,9Ba	140,7d
1	T	172,2Af	34,4Ba	103,3d
Média		508,1A	52,5B	-
DMS (Tukey 0,05)		130,4	130,4	22,6
CV (%)		-	-	19,5

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

TABELA 16 - Teor médio da extração de potássio, no sistema radicular do sorgo em dois cultivos sob o efeito dos tratamentos*. Fortaleza, 1986.

Nº	Tratamentos	mg/2 plantas		Média 1º e 2º Cultivos
		1º Cultivo	2º Cultivo	
7	EG+PK	160,0Aa	20,2Ba	90,1a
12	EG+EB+NPK	104,0Ab	17,0Ba	60,5b
11	EG+EB+PK	96,9Abc	14,9Ba	55,9b
4	EG	83,7Abc	13,6Ba	48,6bc
6	EG+EB	64,5Acd	12,7Ba	38,6bcd
8	EB+PK	42,3Ade	13,5Ba	27,9cd
3	EB	40,7Ade	14,4Ba	27,5cd
5	BC	28,0Ade	9,8Aa	19,3d
10	BC+NPK	22,5Ae	9,8Aa	16,1d
9	BC+PK	20,3Ae	11,6Aa	16,0d
2	NPK	22,8Ae	8,3Aa	15,6d
1	T	15,1Ae	9,6Aa	12,4d
Média		58,5A	12,9B	-
DMS (Tukey 0,05)		35,9	35,9	27,8
CV (%)		-	-	44,7

* As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade: pelo teste de Tukey.

de bovino + esterco de galinha + PK mineral obteve o maior valor absoluto, com 78,5mg/2 plantas.

O teor de K total foi reduzido em aproximadamente dez vezes para a maioria dos tratamentos. As diferentes combinações entre adubação química NPK e os esterco de bovino e de galinha, como ocorreu no 1º cultivo, propiciaram valores absolutos maiores que os demais tratamentos usados de modo isolado, com exceção apenas para o esterco de bovino com valor de K total superior a algumas combinações.

Confrontando-se os resultados apresentados pelos tratamentos entre o 1º e 2º cultivos, observa-se que todos os tratamentos diferiram estatisticamente (Tabela 15).

Quanto ao teor de potássio total no sistema radicular, a Tabela 10 mostra que nenhum dos tratamentos diferiram da testemunha, a exemplo do que ocorreu na parte aérea, entretanto, com valores menores de potássio. De um modo geral, a ordem classificatória dos tratamentos não foi modificada, em relação à parte aérea.

As respostas dos tratamentos para o sistema radicular entre os dois períodos registraram diferenças significativas para esterco de galinha, esterco de bovino + esterco de galinha, esterco de bovino e associações destas fontes orgânicas com PK ou NPK mineral (Tabela 16).

4.2.3.4. Correlação entre a Parte Aérea e o Sistema Radicular

No geral, determinou-se, segundo a Tabela 17, que as respostas dos tratamentos para a matéria seca e teores de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea estiveram altamente correlacionados com as do sistema radicular, tanto no primeiro como no segundo cultivo do sorgo. Verifica-se, pela mesma tabela, que o teor da quantidade total de potássio do 2º cultivo foi significativo somente a 5% de probabilidade pelo teste de Student. Não foi observada significância na correlação entre a parte aérea e o sistema radicular neste cultivo para o elemento nitrogênio. A falta de correlação entre as

TABELA 17 - Coeficientes de correlação entre a parte aérea e o sistema radicular dentro dos tratamentos para os teores de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio do sorgo, segundo os períodos de cultivos. Fortaleza, 1985.

Variáveis	1º Cultivo	2º Cultivo
Matéria Seca	0,9891**	0,7092**
Nitrogênio	0,9800**	0,5671ns
Fósforo	0,9574**	0,8271**
Potássio	0,9236**	0,6119*

* Significativo, pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade;

** Significativo, pelo teste t de Student, a 1% de probabilidade;

ns Não significativo pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade.

partes analisadas da planta para este elemento neste período, indica que provavelmente foi o nutriente que mais limitou o crescimento da planta.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com o uso dos diferentes adubos para o sorgo forrageiro (Sorghum vulgare Pers.) cultivar EA-116, em Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico, permitem as seguintes conclusões:

1. O esterco de galinha, comparado com outras fontes orgânicas, obteve o melhor rendimento em matéria seca e mais altos conteúdos dos totais de NPK, na parte aérea e sistema radicular em ambos os cultivos, possivelmente pelo maior teor de N, P₂O₅ e K₂O na sua composição;

2. O esterco de bovino e a adubação química NPK apresentaram comportamentos superiores à bagana de carnaúba nos parâmetros avaliados;

3. A bagana de carnaúba, devido apresentar o menor teor de nutrientes na sua constituição, e uma relação C/N mais elevada que as outras fontes orgânicas, mostrou-se pouco eficiente para os parâmetros estudados;

4. As várias associações com adubos orgânicos e minerais apresentaram maiores respostas, principalmente quando o esterco de galinha esteve presente, e

5. O baixo poder residual dos adubos orgânicos para o nitrogênio foi evidenciado pela análise da planta, repercutindo na avaliação do poder residual do fósforo e potássio.

6. LITERATURA CITADA

- ALVES, J. Estudo do efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de sorgo granífero. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12. Goiânia, GO, 1978. Anais... Goiânia, EMBRAPA/DID. 1979, p. 136.
- ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. 2nd. ed. New York, John Wiley, 1977. 467p.
- AZEREDO, M.C. de; FONTES, L.A.N.; ALMEIDA FILHO, J. de. Variação na composição protéica dos grãos de sorgo, em função da adubação nitrogenada e fosfatada e das épocas de plantio. Rev. Ceres, 23(127):198-208, 1976.
- BATAGLIA, O.C.; BERTON, R.S.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J. M. A.S. Resíduos orgânicos como fontes de nitrogênio para capim brachiária. Rev. bras. Ci. Solo. 7:277-84, 1983.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. Física de suelos. México, Unión Tipografica Ltda. Hispano-Americano, 1973, 529p.
- BERRA, E.; PRESTON, T.R.; HERNANDEZ, T. Efecto de los niveles de N, P e K sobre el rendimiento del sorgo de grano incluyendo la acción residual sobre el rebrote. Rev. Cubana de Ci. Agron. 5(1): 97-111, 1971.
- CAMPBELL, A.R. & PICKET, R.C. Effect of nitrogen fertilization on protein quality and quantity and certain other characteristics of 19 strains of Sorghum bicolor (L.) Moench. Crop. Sci. 8 (5):545-47, 1968.
- CARMO, C.M. do. Sorgo do Ceará: pesquisa e perspectivas. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará.
- CARMO, C.M. do. & PINTO, C.A. de S. Competição de variedades do sorgo forrageiro (Sorghum bicolor (L.) Moench, em cinco municípios do Estado do Ceará. In: UFC, Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Fitotecnia, Convênio BNB/UFC.

- (Programa trienal de desenvolvimento da cultura do sorgo do NE). Relatório de Pesquisa 1977. Fortaleza, 1979, p. 29-35.
- CARMO, C.M.do.; ALVES, J.F.; MATOS, S.H. Competição de cultivares de sorgo forrageiro (Sorghum bicolor (L.) Moench. In: Universidade Federal do Ceará. Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura. Departamento de Fitotecnia. Relatório de Pesquisa. Fortaleza, CE, 1983. p.8-13,
- CARVALHO, S.R. de; FRANCO, A.A.; SOUTO, S.M. Importância do fósforo na produção de sorgo forrageiro (Sorghum bicolor (L.) Moench) em um Podzólico Vermelho Amarelo. Pesq. Agrop. Bras. Ser. Zoot., 8(2): 1-4, 1973.
- CARVALHO, O.S.; FONTES, L.A.N.; CARDOSO, A.A.; MOURA FILHO, W.; DEFELIPO, B.V. Acumulação de matéria seca e produção de grãos em sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench), em função da adubação nitrogenada, Rev. Ceres, 27 (152): 403-12, 1980.
- CHAPMAN, H.D. & PRATT, P.F. Methods of analysis for soils plants and water. California, University Division of Agriculture Sciences, 1961, p. 161-74.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de Métodos de Análises de Solos. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979.
- ERNANI, P.R. & GIANELLO, C. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento vegetal. Rev. bras. Ci. Solo. 6:119-24, 1982.
- ESCALADA, R.G. & PLUCKNETT, D.L. Ration cropping of sorghum, III. Effect of nitrogen and cutting height on ration performance. Agron. J. 69(3):341-6, 1977.
- FARIAS, I.; FERNANDES, A. de P.M.; LIRA, M.de; REIS, O.V.dos. Efeito da adubação orgânica em milho, sorgo e capim elefante. In: EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Recife. Projeto de pesquisa com forragicultura, alimentação e manejo de bovinos no Estado de Pernambuco. Relatório anual. Recife, 1977, p. 44-51.

- FASSBENDER, H.W. Química de suelos con énfasis em suelos de América Latina. 4 ed. San José, Costa Rica, Instituto de Cooperación para la Agricultura, 1984, 398p.
- FONTES, L.A. & MOURA FILHO, W. Calagem e Adubação. Inf. Agropec. 5(56):17. 1979.
- FORTUN, C. & HERNANDO, V. Aprovechamiento de la paja como abono orgánico, en un cultivo de sorgo. Anal. Edafol. y Agrobiol. 40(7-8):1227-34, 1981.
- GIANELLO, C. & ERNANI, P.R. Rendimiento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frangos, em casa-de-vegetação. Rev. bras. Ci. Solo. 7:285-90, 1983.
- GRIMES, D.W. & MUSICK, J.J. Effect of plant spacing fertility and irrigation management on sorghum production. Agron. J., 52(11):647-50, 1960.
- HERRON, G.M. & ERHART, A.B. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on the yield of irrigated grain sorghum in southwestern Kansas. Agron. J. 52(9):499-501. 1960.
- HERRON, G.M.; GRIMES, D.W.; MUSICK, J.T. Effects of soil moisture and nitrogen fertilization to irrigated sorghum on dry matter production and nitrogen at selected stages of plant development. Agron. J. 55(4):393-96, 1963.
- HOLANDA, F.J.M.; ALBUQUERQUE, J.J.L.; CARMO, C.M. do. Adubação mineral em sorgo no Vale do Curu. Ci. Agron. 2(2):113-18, 1972.
- JACOMINE, P.K.; ALMEIDA, J.C.; MEDEIROS, L.A. Levantamento exploratório, reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Fortaleza, MA/DNPEA - SUDENE/DRN, 1973. V. 1 e 2.
- JACQUES, G.L.; VANDERLIP, R.L.; WHITNEY, D.A. Growth and Nutrient accumulation and distribution in grain sorghum I. Dry matter production and Ca and Mg uptake and distribution. Agron. J. 67(5):607-11, 1975.
- JAGTAP, B.K. & PHARANDE, K.S. Effects of levels of nitrogen, organic matter and moisture regimes on the panicle characters, grain yield and protein content of sorghum (Sor-

- ghum bicolor (L.) Moench). J. Maharashtra Agric.Univ. 7(1): 51-3, 1982.
- JORGE, J.A. Manejo e Adubação 2a. ed, São Paulo. Nobel, 1983 . 309p.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, Agronômica Ceres, 1985, 492p.
- LANARV. Análise de corretivos e inoculantes, Métodos Oficiais. Brasília, DF. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Vegetal, 1984, 104p.
- LIRA, M. de A.; FERNANDES, A. de P.M.; FARIAS, I.; SANTANA, O.P.; MORENO, J. de A. Efeito de esterco de bovino e de ca ma de galinheiro na produção de milho e de sorgo. s. n. t. 1p. Mimeografado. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRO PECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE. Trópico Semi-Árido: resumos informa- tivos. Brasília, DID/CNPq, 1978. V.2, p. 96-7.
- LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R.; MEDECALF, V.C. Leaf Ana- lysis technique in coffee research. IBEC Res. Inst.Bul. 9, 1956.
- LUND, Z.F. & DOSS, B.D. Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. Agron. J. Madison 72:123-30, 1980.
- LUND, Z.F.; DOSS, B.D.; LOWRY, F.E. Dairy cattle manure: its effects on rye and millet forage yield and quality. J. En- viron. Qual. 4(2):195-98, 1975.
- LUTRICK, M.C. & MARTIN, F.G. Grain sorghum response to lime phosphorus and potassium. Soil Crop.Sci.So.Fla.Proc. 36: 55-7, 1977.
- MACHADO, T. Resposta de onze gramíneas forrageiras à adubação orgânica. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1970. 37p. Tese de Mestrado. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de LEITE, Coronel Pacheco, M.G. Forrageira e Pastagens: resumos in- formativos, Brasília, EMBRAPA/DID, 1980. V.1, p. 36-7.

- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; adubos e adubação. 2a. ed. S.Paulo, Agronômica Ceres, 1967. 606p.
- MUGIWARA, L.M. Effect of dairy cattle manure on millet and rye forage and soil properties. J. Environ. Qual. 5(1):60-5, 1976.
- NELSON, C.E. Effect of spacing and nitrogen and application on yield of grain under irrigation. Agron. J. 44(6):303-5, 1952.
- NELSON, W.L. Fatores que influenciam a resposta das culturas ao potássio. Belém, PA. Faculdade de Ciências Agrárias, Curso de Atualização em Fertilidade do Solo, 1979, 38p.
- PAL, V.R.; MURARI, K.; MALIK, H.S. Yield response to sorghum cultivares to nitrogen fertilizer. J. Agric. Sci. 102(1):5-8, 1984.
- PATIL, J.D. & PATIL, N.D. Effect of calcium carbonate and organic matter on the growth and concentration of iron and manganese in sorghum (Sorghum bicolor). Plant & Soil. 60(2):295-300, 1981.
- PAWAR, H.K. & NARKHEDE, B.N. Response of sorghum hibrid CSH-I and variety M-35-1 to different levels of nitrogen; phosphorus and potassium in rabi under irrigation. J. Maharashtra Agric. Univ. 6(1):41-5, 1981.
- PERRY JR. L.L. & OLSON, R.A. Yield and quality of corn and residues as influenced by N fertilization. Agron. J. 67(6):816-18, 1975.
- PRIMAVESI, A. O Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais. São Paulo, Nobel, 1980. 541p.
- RENEAU JR., R.B.; JONES, G.D.; JAMES, B.T. Effect of phosphorus and potassium on field and chemical composition of forage sorghum. Agron. J. 75(1):5-8, 1983.
- ROSALEM, C.A. & MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero. VI. Exigências nutricionais. Rev. de Agric. 55(1-2):49-55, 1980.

- ROVIRA, L.A.; BELLO, A.R. & ROJAS, J.Z, Fertilization y efecto residual sobre los rendimientos en sorgo granero (Sorghum vulgare Pers.) en suelos de la serie Maracay. Agron. Trop. 22(5):555-61, 1972.
- ROY, R.N. & WRIGHT, B.C. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility, II, N, P and K uptake pattern by various plant parts. Agron. J., 66(1):5-10, 1974.
- VAN RAIJ, B. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, São Paulo, Instituto da Potassa e Fosfato, 1983. 142p.
- VENKATESWADRY, K.; SHARMA, K.C.; BANARSILAR, N. Effect of levels and timings of nitrogen fertilization on the nitrogen in sorghum. Indian J. Agric. Sci. 50(2):148-51, 1980.
- VIDAL, P.; BOND, M.; FAUCHE, I. Influence des fumures organiques et minerales sur la production des sorghum et la qualité des récoltes. L'agronomie tropicale et des cultures vivrières (CRA Bambeby) 17:373-88, 1962.
- ZELAYA, H.M. & BAREA, F.S. Fertilization nitrogenada en sorgo forragero y su optimización económica. Turrialba, 23 (4):379-491, 1973.

A N E X O

Quadrados médios da análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a altura de planta, produção de matéria seca, teores de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea e no sistema radicular do sorgo em dois cultivos.

Quadrados médios da análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a altura da planta e a produção de matéria seca na parte aérea e no sistema radicular do sorgo em dois cultivos. Fortaleza, 1985.

Causas de Variação	G.L.	Altura da Planta	Teor de Matéria Seca	
			Parte Aérea	Sistema Radicular
Tratamento-T	11	753,2**	546,1**	48,3**
Resíduo (a)	36	86,3	13,6	2,4
Cultivo-C	1	71.051,8**	28.267,3**	1.949,3**
Interação(TxC)	11	351,1**	421,8**	25,9**
Resíduo(b)	36	64,3	11,6	2,3

** Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Quadrados médios da análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o teor de nitrogênio na parte aérea e no sistema radicular do sorgo em dois cultivos. Fortaleza, 1985.

Causas de Variação	G.L.	Teor de Nitrogênio	
		Parte Aérea	Sistema Radicular
Tratamentos-T	11	43.406,6**	4.852,8**
Resíduo(a)	36	1.922,1	460,0
Cultivo-C	1	1.425.713,3**	131.523,9**
Interação(TxC)	11	38.093,7**	3.067,7**
Resíduo(b)	36	1.823,5	399,6

** Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Quadrados médios da análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o teor de fósforo na parte aérea e no sistema radicular do sorgo em dois cultivos. Fortaleza, 1985.

Causas de Variação	G.L.	Teor de Fósforo	
		Parte Aérea	Sistema Radicular
Tratamentos-T	11	19.518,1**	1.225,6**
Resíduo(a)	36	423,4	73,6
Cultivos-C	1	307.904,1**	11.040,7**
Interação(TxC)	11	11.825,7**	571,9**
Resíduo(b)	36	501,1	37,4

** Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Quadrados médios da análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o teor de potássio na parte aérea e no sistema radicular do sorgo em dois cultivos. Fortaleza, 1985.

Causas de Variação	G.L.	Teor de Fósforo	
		Parte Aérea	Sistema Radicular
Tratamentos-T	11	140.092,6**	4.566,8**
Resíduo(a)	36	2.997,7	254,6
Cultivo-C	1	4.980.874,3**	49.735,6**
Interação(TxC)	11	113.773,3**	3.446,0**
Resíduo(b)	36	2.968,5	196,9

** Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.