

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE CAUPI (Vigna unguiculata (L.)
Walp) IRRIGADO SUBMETIDO A DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO

C376930
Disponível

LUCIANO MARCELO FALLÉ SABOYA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

T
631.587
822c
5661
ex.2

FORTALEZA-CE

- 1995 -

UFC/BU/BCT 03/11/1997



R660884 Crescimento e produção de caupi
C376930 (Vigna)

T631.587

S122c

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE CAUPI (Vigna unguiculata (L.)
Walp) IRRIGADO SUBMETIDO A DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO

LUCIANO MARCELO FALLÉ SABOYA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A COORDENAÇÃO DO CURSO DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA-CE

- 1995 -

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S122c Saboya, Luciano Marcelo Fallé.
Crescimento e produção de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) irrigado submetido a diferentes fontes de nitrogênio / Luciano Marcelo Fallé Saboya. – 1995.
91 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 1995.
Orientação: Prof. Dr. Luiz Gonzaga Rebouças Ferreira.
1. Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). 2. Floração. 3. Formação de vagens. 4. Nitrogênio. 5. Fixação simbiótica. I. Título.

CDD 630

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Irrigação e Drenagem, 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 feita de conformidade com as normas da ética científica.

Luciano Marcelo Fallé Saboya

DISSERTAÇÃO APROVADA EM : 10 / 10 / 1995

Luiz Gonzaga Rebouças Ferreira, Ph. D., Orientador

Paulo F. Mendes Filho, M.Sc., Conselheiro

Luis Carlos Uchôa Saunders, Dr., Conselheiro

**UFC-CCA-DENA
CURSO DE MESTRADO EM
IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

Ao meu pai,

Geraldo Fernandes Saboya

A minha mãe,

Rosa Madalena Fallé Saboya

A minha esposa,

Rita de Cassia Cunha Saboya

Ao meu filho,

Caio Marcelo Cunha F. Saboya

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Luiz Gonzaga Rebouças Ferreira, pelas informações recebidas durante o experimento e na elaboração da dissertação.

Ao professor Paulo, F. Mendes, pela orientação prestiosa no desenvolvimento da dissertação.

Ao professor Luís Carlos U. Saunders, pela orientação no desenvolvimento da dissertação.

Ao Engenheiro Agrônomo Ivan Martins de Albuquerque, pela sua contribuição na instalação, condução e análise estatística.

A professora Eliana Miranda Sampaio, pela sua contribuição na análise estatística e demais esclarecimentos.

A Universidade Federal do Ceará, através do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade concedida.

A Fátima, técnica de laboratório do Departamento de Ciências dos Solos, pelo dedicado auxílio na condução das análises de laboratório.

A estagiária do curso de agronomia, Maira, pela sua contribuição na classificação de material em laboratório.

Ao chefe do Laboratório de Hidráulica e Irrigação, professor Marcos Araripe, pela sua atenção na condução do experimento em campo.

Aos funcionários do Laboratório de Hidráulica e Irrigação, e demais funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela amizade e colaboração.

Ao primo, André Luiz Fernandes Saboya, a sua esposa, Maria José Rocha Saboya e a sua filhas (Andréa, Keisiane e Jamile), por terem me recebido em sua casa e pelo apoio incondicional sempre presente.

Aos colegas de mestrado, pela convivência edificante e saudável, em especial aos amigos René Chipana Rivera, Josualdo Justino Alves e Antônio Sales Ribeiro.

A minha esposa Rita de Cassia, pelo seu apoio e desdobramento a fim de possibilitar minha dedicação a dissertação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo sem a qual seria impraticável o desenvolvimento normal deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DAS TABELAS.....	x
LISTA DAS FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xviii
ABSTRACT.....	xx
1- INTRODUÇÃO.....	01
2- REVISÃO DE LITERATURA /	
2.1 A cultura do caupi.....	03
2.2 Efeito da adubação nitrogenada nas culturas...	06
2.3 Fixação biológica de nitrogênio.....	09
3- MATERIAL E MÉTODOS	
3.1 Localização geográfica.....	16
3.2 Características climáticas.....	16
3.3 Características do solo e da água.....	18
3.4 Metodologia de análise.....	18
3.5 Manejo da irrigação.....	22
3.6 Condições de cultivo.....	24
3.7 Preparo da inoculação.....	26
3.8 Determinação da área foliar.....	26
3.9 Determinação do peso seco da parte aérea.....	27

	PÁGINA
3.10 Determinação do peso seco radicular e dos nódulos.....	27
3.11 Determinação da eficiência fixadora.....	27
3.12 Determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea.....	28
3.13 Determinação da fases de floração e formação das vagens.....	28
3.14 Determinação dos parâmetros da produção.....	28
 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	
 4.1 Parâmetros fisiológicos - Fase vegetativa	
4.1.1 Área foliar.....	30
4.1.2 Peso seco da parte aérea.....	33
4.1.3 Peso seco das raízes.....	36
4.1.4 Relação parte aérea/raízes.....	37
4.1.5 Partição da matéria seca.....	42
 4.2 Eficiência fixadora	
4.2.1 Distribuição relativa dos nódulos eficientes e ineficientes nas raízes.....	48
4.2.2 Peso seco dos nódulos.....	50
 4.3 Composição mineral da parte aérea	
4.3.1 Teor de nitrogênio na parte aérea.....	55

	PÁGINA
4.3.2 Teor de fósforo e potássio na parte aérea...	58
4.4 Fases de floração e formação de vagens....	58
4.5 Parâmetros de produção	
4.5.1 Número médio de vagens por planta.....	69
4.5.2 Número de vagens bem formadas por planta....	72
4.5.3 Número médio de grãos por vagem	72
4.5.4 Tamanho médio das vagens por planta.....	75
4.5.5 Peso médio de 100 grãos.....	75
4.5.6 Peso médio de grãos por planta.....	77
4.5.7 Peso médio do pericarpo por planta.....	80
4.5.8 Produção total de grãos por planta.....	80
5- CONCLUSÕES	84
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

LISTA DAS TABELAS

TABELA	PÁGINA
01 Dados climáticos da estação agrometeorológica do CCA/UFC, durante o período do experimento (19/10/94 à 02/01/95).....	17
02 Parâmetros físicos do solo da área do experimento.....	19
03 Análise química do solo da área do experimento.....	20
04 Análise química da água utilizada no experimento.....	21
05 Valores médios da área foliar (dm^2), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	30
06 Valores médios do peso seco da parte aérea (g), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	34
07 Valores médios do peso seco das raízes (g), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	38

TABELA	PÁGINA
08 Valores médios da relação parte aérea/raízes, da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	40
09 Valores da partição da matéria seca total da cultivar de caupi Epace-10 (dias após geminação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	43
10 Distribuição relativa dos nódulos eficientes (Efic), ineficientes (Inefic.), nódulos na raiz principal (RP) e nas raízes secundárias (RS) da cultivar de caupi Epace-10, (dias após geminação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	51
11 Valores médios do teor de nitrogênio (% em 100 g de matéria seca) na parte aérea da cultivar de caupi Epace-10 (dias após geminação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio...	56
12 Valores médios do teor de fósforo (% em 100 g de matéria seca) na parte aérea da cultivar de caupi Epace-10 (dias após geminação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio...	59

TABELA	PÁGINA
13 Valores médios do teor de potássio (% em 100 g de matéria seca) na parte aérea da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio....	60
14 Fases de floração e formação de vagens da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	63
15 Valores dos parâmetros de produção da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	70

LISTA DAS FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
01	Representação esquemática da área do experimento.....	23
02	Curva característica de umidade do solo Podzólico Vermelho-Amarelo da área do experimento à profundidade de 15 cm	25
03	Variações da área média foliar (dm ²) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	31
04	Variações do peso seco médio da parte aérea (g) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	35
05	Variações do peso seco médio das raízes (g) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	39
06	Variações da relação média da parte aérea/raízes da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	41

FIGURA		PÁGINA
07	Variações da partição da matéria seca (%) da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio aos 30 DAG....	44
08	Variações da partição da matéria seca (%) da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio aos 50 DAG....	45
09	Variações da partição da matéria seca (%) da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio aos 57 DAG....	46
10	Variações da distribuição relativa do número médio de nódulos eficientes (Efic.) e ineficientes (Inefic.) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio...	52
11	Variações da distribuição relativa do número médio de nódulos na raiz principal (RP.) e nas raízes secundárias (RS.) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio...	53
12	Variações do peso seco médio dos nódulos (mg) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	54

FIGURA	PÁGINA
13	Variações do teor médio de nitrogênio (N) na parte aérea (% em 100 g de matéria seca), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio..... 57
14	Variações do teor médio de fósforo (P) na parte aérea (% em 100 g de matéria seca), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio..... 61
15	Variações do teor médio de potássio (K) na parte aérea (% em 100 g de matéria seca), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio..... 62
16	Variações médias da duração da fase floração (dias), da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio... 64
17	Variações do número médio total de flores por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio... 65
18	Variações do número médio de vagens por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio... 66

FIGURA		PÁGINA
19	Variações do percentual médio de abscisão (%) de flores por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	67
20	Variações do número médio de vagens por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio..	71
21	Variações do número médio de vagens bem formadas da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio...	73
22	Variações do número médio de grãos por vagem da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio...	74
23	Variações do tamanho médio das vagens (cm) por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio...	76
24	Variações do peso médio de 100 grãos (g) da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	78
25	Variações do peso médio de grãos (g) por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio...	79

FIGURA		PÁGINA
26	Variações do peso médio total do pericarpo (g) por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	81
27	Variações da produção média total de grãos por área (kg/ha) da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.....	83

RESUMO

Estudos de campo foram realizados para analisar o crescimento e produção, no caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cultivar Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio. As plantas se desenvolveram em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, sob condições de irrigação por aspersão. Quatro tratamentos foram definidos em função das fontes de nitrogênio. No tratamento **Controle**, as sementes não foram inoculadas e desenvolveram-se no solo com 0,02% de nitrogênio residual. No tratamento **Inoculado**, as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium* sp. e não receberam adição de nitrogênio mineral. No tratamento **Inoculado + N Mineral** as sementes foram inoculadas e 1/3 do nitrogênio mineral foi aplicado no plantio e os 2/3 restantes com 20 dias após germinação (DAG). A quantidade de nitrogênio mineral aplicado foi definida pela análise química do solo (20 kg/ha). No tratamento **N Mineral** as sementes não foram inoculadas e o nitrogênio mineral foi aplicado conforme a análise do solo. Em todos tratamentos foram aplicados o fósforo (80 kg/ha) e o potássio (20 kg/ha) de conformidade com a análise química do solo. Os parâmetros foram mensurados aos 30, 50 e 57 DAG. A área foliar mostrou diferença significativa entre o **Controle** (23,3 dm²) e o **Inoculado** (42,5 dm²) aos 57 DAG. O peso seco da parte aérea diferiu significativamente entre o **Controle** (13,5 g) e o **Inoculado + N Mineral** (36,3 g) aos 50 DAG, enquanto que aos 57 DAG, o **Controle** (25,3 g) não diferiu significativamente do **Inoculado + N Mineral** (30,3 g). O peso seco das raízes do **Controle** (1,33 g) foi significativamente diferente do **Inoculado** (2,20 g) e do

N Mineral (2,18 g) aos 57 DAG. A relação parte aérea/raízes diferiu significativamente entre o **Controle** (9,8) e o **Inoculado + N Mineral** (19,0) aos 50 DAG. O **Inoculado** apresentou aos 50 DAG, maior percentual de nódulos eficientes (23%), maior peso seco dos nódulos (15,5 mg) e maior percentual de nódulos na raiz principal (11,8%) em relação aos demais. Todos os tratamentos apresentaram maior percentual de nódulos nas raízes secundárias nas épocas observadas. O teor de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea da planta de todos os tratamentos não diferiram significativamente aos 30, 50 e 57 DAG. Os parâmetros referentes as fases de floração e formação de vagens (duração das fases, número de flores/planta, número de vagens/planta e percentual de abscisão) e de produção (número de vagens/planta, número de vagens bem formadas, número de grãos/vagem, tamanho das vagens/planta(cm), peso de 100 grãos (g), peso total de grãos/planta (g), peso do pericarpo/planta (g) e produção total/área (kg/ha)) não apresentaram diferença estatística significativa entre todos os tratamentos aplicados. Entretanto, a maior produtividade foi do **N Mineral** com 2211,25 kg/ha, superando em 26,6% a do **Controle**, em 19,0% a do **Inoculado** e em 14,8% a do **Inocul.+ N Mineral**.

Palavras-chave: Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp); crescimento; produção; floração; formação de vagens; nitrogênio; fixação simbiótica.

ABSTRACT

Field studies were carried out aiming to analyse growth and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) cultivar Epace-10 when subjected to different sources of nitrogen. Plants were grown in a yellow-red Podzolic soil and irrigated by a sprinkler system. Four treatments were defined in function of nitrogen sources. In the **Control** treatment seeds were not inoculated and grown in residual soil nitrogen (0,02%). In the **Innoculated** treatment seeds were inoculated with *Bradyrhizobium* sp and received no additional mineral nitrogen. In the **Innoculated + Mineral N** treatment seeds were inoculated and one third mineral nitrogen was applied during sowing and two thirds 20 days after germination (DAG). The amount of nitrogen applied was defined by chemical analysis (20 kg/ha). In the **Mineral N** seeds were not inoculated and mineral nitrogen was applied as in the previous treatment. In all treatments phosphorus (80 kg/ha) and potassium (20 kg/ha) were applied as indicated by soil chemical analysis. Parameter measurements were made at 30, 50 and 57 DAG. Leaf area showed significant difference between the **Control** (23,3 dm²) and the **Innoculated** (42,5 dm²) at the 57 DAG. The shoot dry weight showed significant difference between the **Control** (13,5 g) and the **Innoculated + Mineral N** (36,3 g) at the 50 DAG, while at the 57 DAG the **Control** (25,3 g) did not differ significantly from the **Innoculated + Mineral N** (30,3 g). The average root dry weight in the **Control** (1,33 g) was significantly different from the **Innoculated** (2,20 g) and from **Mineral N** (2,18 g) at 57 DAG. Shoot/root ratios were significantly different between the **Control** (9,8) and **Innoculated + Mineral N** (19,0) at 50 DAG. The **Innoculated** treatment showed at 50 DAG the highest percentage of efficient nodule (23%), greatest dry weight of nodules (15,5 mg) and greater percentage of nodules in the main root (11,8%) in relation to other treatments. In all treatments the greatest percentage of nodules were in the secondary roots at 30, 50 and 57 DAG. Nitrogen, phosphorus and potassium contents in the shoot did not differ significantly among treatment at 30, 50 and 57 DAG. Parameters related to flowering and pod filling (duration of flowering and reproductive phase, number of

flowers/plant, number of pods/plant and percentage of abscission) and of yield (number of pods/plant, number of well-formed pods/plant, number of grain/pod, pod length /plant, weight of 100 grains, total grain weight/plant, pericarp weight/plant, and total grain weight/ha) did not differ significantly in all treatments. However, the highest yield was observed in the Mineral N (2211,25 kg/ha), being 26,6% higher than that of the Control, 19,0% greater than that of Innoculated and 14,8% above that of the Innoculated + Mineral N.

Key words: Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), growth, yield, flowering, pod production, nitrogen, symbiotic fixation.

1- INTRODUÇÃO

O caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) é originário da África, onde foi domesticado nos sistemas agrícolas compostos de sorgo e milho, nas regiões semi-áridas do oeste deste continente. No século XVI, os colonizadores portugueses e espanhóis, e os escravos africanos, o introduziram no Estado da Bahia. A partir daí, acredita-se que o caupi, acompanhando a colonização, disseminou-se por todas as regiões do Brasil.

Considerado uma excelente fonte de proteína, de baixo custo, constitui o alimento básico das populações sertanejas do Nordeste brasileiro, que o utiliza na forma de grãos verdes e secos. É normalmente cultivado sob condições de sequeiro e sem adubação mineral, alcançando baixos valores de produtividade. No entanto, no Vale Central da Califórnia, segundo SUMMERFIELD et al. (1985), em condições de irrigação obtém-se 04 toneladas por hectare.

Em termos de fertilidade, os macronutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, são necessários em maior quantidade que os micronutrientes, como cobre, zinco, boro, molibdênio, magnésio e ferro em menores quantidades. Os nutrientes são igualmente essenciais, e a falta de um deles causa a deficiência desse elemento nas células da planta e provoca distúrbios em seu metabolismo. Normalmente, essas ções metabólicas manifestam-se por sintomas visíveis, como crescimento atrofiado, amarelecimento das folhas ou outras anormalidades, que podem ser corrigidas mediante o uso de fertilizantes e corretivos em quantidade adequadas e, em consequência, elevar a produtividade da cultura (ARAÚJO et al., 1984).

Como as leguminosas tropicais, o caupi, é capaz de utilizar o nitrogênio atmosférico na forma N_2 , suprido através da simbiose com bactérias do gênero Bradyrhizobium sp., que em determinadas situações são capazes de fornecer apenas parte ou todo o nitrogênio necessário pela cultura. Alguns autores, estudando este processo, constataram que o nitrogênio na forma mineral, poderia

influenciar na nodulação das leguminosas e demonstraram que uma eficiência simbiótica máxima está associada ao desenvolvimento em meio deficiente de nitrogênio(FRED et al., 1932; WILSON, 1940; NUTMAN, 1956; VAN SCHEVAN, 1958). Altos níveis de nitrogênio mineral reduzem o número de nódulos e inibem seu desenvolvimento e a fixação simbiótica (ALLOS & BARTHOLOMEU, 1955). Por outro lado, foi observado um estímulo no desenvolvimento simbiótico pela adição de pequenas quantidades de nitrogênio (GIOBEL,1926; FRED & WILSON,1934; MACCOWNELL & BOND,1957), citados por GUSS & DOBEREINER (1972).

Este trabalho tem como objetivo estudar o crescimento, a eficiência fixadora e a produção da cultivar de caupi Epace-10 submetida a diferentes fontes de nitrogênio em condições de irrigação.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO CAUPI

O caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp), também conhecido no Nordeste brasileiro como feijão-de-corda ou macassar, é originário da África, onde foi domesticado nos sistemas agrícolas compostos de sorgo e milheto, nas regiões semi-áridas do oeste deste continente. No século XVI, os colonizadores portugueses e espanhóis e os escravos africanos, o introduziram no Estado da Bahia. A partir deste Estado, acredita-se que o caupi acompanhando a colonização, disseminou-se por todas as regiões do Brasil (ARAÚJO et al., 1984)

O caupi é uma leguminosa bem adaptada às condições brasileiras de clima e de solo, segundo BRASIL (1984), citado por OLIVEIRA & CARVALHO (1988). Estes mesmos autores relatam que o caupi é cultivado para a produção de grãos para alimentação humana nas regiões de climas quentes, seja úmido ou semi-árido do Norte (Trópico Úmido) e Nordeste (Trópico Semi-Árido), respectivamente. No Brasil sua utilização é bastante variada, podendo ser consumida como hortaliça, para produção de grãos verdes e vagens, grãos secos, e também utilizado na produção de ramos e folhas para a alimentação de animais, sendo consumido naturalmente ou como feno. Pela sua rusticidade e capacidade de se desenvolver bem em solos de baixa fertilidade, constitui uma opção como fonte de matéria orgânica a ser utilizada como adubo verde na recuperação de solos naturalmente pobres em fertilidade, ou esgotados pelo uso intensivo.

Em termos de Brasil, o caupi contribui com 15% do volume total de feijões, sendo cultivado em 26,8% da área total plantada com feijão. O caupi ocupa 60% das áreas cultivadas com feijões no Nordeste, a totalidade das áreas cultivadas com feijões no Estado do Amazonas e 80% das áreas cultivadas com feijões do Pará, sendo o Ceará considerado o maior produtor brasileiro de caupi, com um volume de 20%

da produção total do país (TEIXEIRA et al., 1988). Neste Estado, segundo o Anuário Estatístico do Ceará (1992), o caupi apresentou uma área colhida de 622.968 hectares, produzindo 206.602 toneladas, com rendimento médio de 332 kg por hectare.

No sertão semi-árido nordestino, que se caracteriza por períodos curtos de plantio, baixa disponibilidade hídrica e, em algumas áreas, solos rochosos com baixos teores de nutrientes, o caupi é a principal cultura de subsistência. A grande maioria dos produtores de caupi são pequenos agricultores, em sistema de parceria e em nível de subsistência. A produção normalmente é destinada aos mercados locais e regionais. Em alguns municípios do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, existem cultivos de médio a grande porte, dos quais estima-se que 95% do produto se destina aos mercados (TEIXEIRA et al., 1988).

Segundo o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (1984), o caupi é uma cultura amplamente adaptada ao clima tropical. Ao contrário do feijão comum (Phaseolus vulgaris L.) e outras leguminosas, pode ser cultivado no Brasil, tanto no clima seco do Nordeste, como no clima úmido do Norte, abrangendo as latitudes de 5 °N a 18 °S. A temperatura do ar mais adequada ao seu desenvolvimento, situa-se na faixa de 20 °C a 35 °C, ou segundo PONTES (1979) de 18 °C a 34 °C. A temperatura é um fator muito importante para o caupi, pois influencia o desenvolvimento vegetativo, a atividade rizobiana e a nodulação, sendo considerada mais importante que a adubação nitrogenada e a intensidade luminosa. As temperaturas inferiores a 18 °C afetam diretamente o desenvolvimento vegetativo e desestimulam o início da floração, aumentando consideravelmente o ciclo da planta. A faixa ideal de temperatura se situa entre 20 e 30 °C (ARAÚJO et al., 1984).

Trabalhos realizados por RACHIE & ROBERTS (1974), citados por OLIVEIRA & CARVALHO (1988), indicaram que a faixa de temperatura de 24 a 33 °C é a mais apropriada para a formação de nódulos na raiz. Quando a temperatura ultrapassar 31 °C, o número de plantas com nódulos e o número de nódulos por planta decrescem. Temperaturas noturnas entre 19 e 24°C favorecem o crescimento,

floração e produção de grãos. Experimentos realizados por MAFRA (1979) demonstraram que a temperatura ideal no solo deveria ser próxima a 34 °C, uma vez que temperaturas mais altas prejudicariam a absorção de cálcio e magnésio pelo caupi.

A precipitação total do Trópico Semi-Árido geralmente é muito baixa variando entre 750 e 2.000 mm por ano, registrando precipitações máximas absolutas entre 75 e 150 mm. O período chuvoso varia entre 30 e 150 dias por ano, podendo ocorrer de 0 a 6 meses chuvosos com precipitação superior a 100 mm, de 0 a 10 meses úmidos com 30 a 100 mm, de 0 a 6 meses secos com 5 a 30 mm e 0 a 4 meses muito secos com precipitação inferior a 5 mm. O cultivo do caupi tem boas chances de sucesso quando é realizado nos meses mais úmidos. É comum, na Região Nordeste, o agricultor observar as tendências climáticas e então realizar o plantio na terra seca aproximadamente um mês antes do início das chuvas, facilitando assim um melhor aproveitamento do curto período chuvoso pela cultura. Em alguns locais da região, a precipitação é tão reduzida, que o cultivo só é possível utilizando irrigação complementar. A capacidade de retenção de água dos solos constitui importante característica no sistema de produção, favorecendo a planta por proporcionar maior período de tempo em umidade e translocação de nutrientes (OLIVEIRA & CARVALHO, 1988).

O caupi é cultivado de forma restrita, em áreas irrigadas dos perímetros de colonização, apresentando níveis de produtividade, ainda que superiores aos das médias em sequeiro, relativamente baixos, dado o uso de cultivares tradicionais nestes plantios. Nessas áreas, a produtividade média de 650 kg/ha representa um pouco mais que o dobro da média regional de 260 kg/ha. No entanto segundo a Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Ceará (1985), com a utilização de cultivares melhoradas, o caupi alcança produtividades em sistema de monocultura irrigada no verão, entre 1000 e 1200 kg/ha, segundo MAY (1986) citado por TEIXEIRA *et al.*, (1988).

O caupi pode ser cultivado em quase todos os tipos de solo, dependendo da cultivar utilizada, pois o germoplasma disponível no Brasil tem mostrado que há diversos tipos de comportamento dentro

da espécie. Há cultivares adaptadas a condições específicas de solo e outras adaptadas à ampla faixa de variação de solo. As cultivares ramadoras geralmente se adaptam a solos de baixa fertilidade, enquanto que cultivares eretas ou moitas são melhor adaptadas a solos de alta fertilidade (ARAÚJO *et al.*, 1984)

Em termos de fertilidade, os macronutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, são necessários em maior quantidade que os micronutrientes, como cobre, zinco, boro, molibdênio, magnésio e ferro em menores quantidades. Os nutrientes são igualmente essenciais e a falta de um deles causa a deficiência desse elemento nas células da planta e provoca distúrbios em seu metabolismo. Normalmente, essas perturbações metabólicas manifestam-se por sintomas visíveis, como crescimento atrofiado, amarelecimento das folhas ou outras anormalidades, que podem ser corrigidas mediante o uso de fertilizantes e corretivos em quantidade adequadas e, em conseqüência, elevar a produtividade da cultura (ARAÚJO *et al.*, 1984).

2.2 EFEITOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NAS CULTURAS

Entre os dezesseis nutrientes necessários para o desenvolvimento e produção normais das culturas, destaca-se o nitrogênio(N). A sua importância advém de suas funções relevantes dentro da fisiologia das plantas e por se encontrar em quantidades limitantes em nossos solos, durante o período em que as plantas mais precisam deste elemento (JORGE, 1988).

De acordo com o autor sobrecitado, dados fornecidos pela United Nations Industrial Organization (1978), o consumo de nitrogênio no mundo, entre 1973 e o final deste século, deverá aumentar em quatro

vezes, progredindo de 40×10^6 para 164×10^6 toneladas, das quais cerca de 40% serão consumidas pelos países desenvolvidos.

Dos vários nutrientes, o nitrogênio é o que tem provavelmente sido pesquisado em maior profundidade e recebido maior atenção. Há para isto razões muito fortes, visto que a sua retirada anual pelas culturas é comparativamente grande. Em certas circunstâncias, o nitrogênio do solo, por ser solúvel, perde-se mediante a lixiviação; em outras, fica sujeito à volatilização; pode ainda ficar imobilizado se a relação C/N do solo for alta, e finalmente pode ficar completamente inassimilável para os vegetais superiores. Seu efeito sobre os vegetais é, em geral, acentuado e rápido. O nitrogênio estimula o crescimento vegetativo e transmite às folhas a cor verde escura. As culturas com deficiência de nitrogênio, apresentam desenvolvimento prejudicado e possuem sistema radicular reduzido. As folhas ficam amarelas ou verde amareladas e tendem a cair facilmente. A adição de nitrogênio assimilável ocasionará notável modificação, indicativa da atividade marcante desse elemento (BRADY, 1979).

O nitrogênio acha-se no solo, de maneira predominante, ligado aos compostos orgânicos. Por ser componente essencial da proteína, encontra-se, esse elemento, nos resíduos de plantas e animais e dos microrganismos do solo. A quantidade deste nutriente no solo varia diretamente com o teor de matéria orgânica. Outras possíveis formas do nitrogênio no solo não orgânicas ou minerais, são representadas pelos íons nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+). As plantas podem absorver qualquer uma dessas formas minerais que se reúnem com outros produtos para formar os tecidos (JORGE, 1988).

Em experimentos com feijoeiro comum, em três Latossolos ácidos, GOEPFERT & JARDIM FREIRE, (1973) observaram que a calagem aumentou a produção de matéria seca e nitrogênio total das plantas. Entretanto estudando o efeito da adubação nitrogenada em feijão comum em Podzólico Vermelho-Amarelo, PONS & GOEPFERT (1975) não obtiveram acréscimo no primeiro ano do experimento, porém no ano seguinte os

resultados foram favoráveis, constatando, inclusive, que o peso seco dos nódulos diminui com doses crescentes de nitrogênio no período considerado. Por outro lado PONS et al. (1976) não observaram efeito da adubação nitrogenada com 40 e 80 kg por hectare em um Brunizem avermelhado.

Foi constatado em trabalhos realizados por VASCONCELOS et al. (1976) e STAMFORD & NEPTUNE (1979), citados por OLIVEIRA & DANTAS (1988), que o caupi depende do nitrogênio da semente e do solo até os 20 dias após a germinação. Havendo condições do solo e da planta para uma simbiose efetiva, é dispensada a adubação mineral nitrogenada. A partir dos 25 dias após a germinação, a necessidade da cultura em nitrogênio é suprida pela fixação do nitrogênio atmosférico, estendendo-se até a floração, o que deverá ocorrer entre 45 e 55 dias, para as cultivares de porte determinado, e entre os 75 e 90 dias, para as de porte indeterminado.

BRACKEN et al. (1941), citado por BRADY (1979), notou que a adição de grandes quantidades de fertilizantes que contêm nitratos poderá vir a exercer influência sobre os processos de fixação do nitrogênio atmosférico por organismos de vida livre ou simbióticos ou de perda de nitrogênio gasoso. Experimentos com lisímetros mostraram perda de 10 a 20% do nitrogênio adicionado, enquanto experimentos em áreas de terras secas demonstraram perdas ainda maiores. Considerando-se uma média das condições de solo e de culturas, talvez 15 a 20% das adições de nitrogênio venha a se constituir numa estimativa razoável das perdas por volatilização.

Em estudos com cinco leguminosas em solo do cerrado, FRANÇA & CARVALHO (1970) verificaram que a aplicação de nitrogênio mineral reduziu o peso dos nódulos, mas elevou o teor deste elemento na parte aérea.

No Estado de São Paulo, MALAVOLTA (1971) citado por ROSOLEM (1987) relacionou 54 ensaios de adubação onde foram estudadas as respostas ao nitrogênio no feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.) concluindo que em 32% dos casos houve resposta ao nutriente aplicado. O referido autor sugeriu que o efeito do tipo de solo é usualmente

maior que os efeitos dos fertilizantes nitrogenados utilizados em experimentos com feijão comum. Tomando-se dados referentes ao país como um todo, aquele autor relatou que houve respostas ao nitrogênio em 2% dos ensaios, de um universo de 232. Em Minas Gerais, segundo CARDOSO *et al.* (1978) foram obtidas respostas significativas ao uso do nitrogênio no feijão comum, incluindo respostas lineares a até aplicações de 150 kg por hectare de nitrogênio.

Em experimentos realizados em quatro localidades do Ceará, para determinar os efeitos da adubação mineral em caupi, obtiveram-se aumentos significativos para o nitrogênio e fósforo, enquanto o potássio não mostrou efeito significativo em nenhuma das localidades, sendo que os maiores aumentos foram obtidos na presença do fósforo (PAIVA *et al.*, 1971). Em outros trabalhos realizados pelos referidos autores em 1974, verificaram aumentos significativos na produção de caupi com adubação N-P-K, sendo as maiores produções obtidas com a fórmula 30-40-30.

Experimentos com caupi, realizados, por PAIVA & ALBUQUERQUE (1970) demonstraram que houve resposta à adubação nitrogenada. O aumento de produção foi linear, tendo a dose de 120 kg de nitrogênio por hectare produzido um incremento da ordem de 40% em relação a testemunha (sem adubo nitrogenado). Aplicando doses elevadas de nitrogênio (120 kg por hectare), PAIVA *et al.* (1973) notaram decréscimo na produção de grãos secos, embora sem significância estatística. REBOUÇAS (1976), verificou que a cultura do caupi parece não responder a aplicação de fertilizantes nitrogenados. Efeito similar foi relatado por VASCONCELOS *et al.* (1976a); que em Podzólico Vermelho-Amarelo em determinadas localidades do Ceará, indicavam ser desnecessária a adubação nitrogenada para o caupi.

2.3 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

A disponibilidade de nitrogênio mineral para as plantas está na dependência direta da contínua decomposição de matéria orgânica e da aplicação de adubação nitrogenada, sendo o processo de fixação do nitrogênio atmosférico (N_2) restrito a microrganismos que ocorrem livremente no solo ou em associação com espécies vegetais. A simbiose das leguminosas com as bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* parece ser o sistema que mais contribui em termos de incorporação do N_2 fixado ao ecossistema. Estima-se que aproximadamente 20% do N_2 fixado anualmente na terra provém da associação rizóbio x leguminosas, segundo FRANCO (1978) citado por ARAÚJO & HENSON (1988). A fixação biológica do nitrogênio pode ser considerada como o principal processo de incorporação de nitrogênio exógeno aos diferentes sistemas na natureza. A adição de nitrogênio ao solo por via biológica é significativa, chegando a níveis de 40 a 180 kg por hectare por ano em sistemas simbióticos, a 32 kg por hectare por ano em sistemas assimióticos e até a 200 kg por hectare por ano em associações pastagens-leguminosas (RUSCHEL, 1979).

Segundo dados da NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (1979) citado por FREIRE (1992), a associação rizóbio x leguminosas é responsável pela fixação de, pelo menos, 35 milhões de toneladas de nitrogênio anualmente. Outro ponto de extrema importância é que o processo de fixação biológica do N_2 utiliza energia solar em vez de combustíveis fósseis. Essa característica proporciona uma diminuição da necessidade de investimentos, tornando a agricultura dos países em desenvolvimento competitiva com as dos países industrializados (DOBEREINER, 1979).

As quantidades de nitrogênio fixadas em boas condições é de 100 a 150 kg/ha anualmente, ou seja, o equivalente à aplicação de 500 a 750 kg de nitrocálcio ou sulfato de amônio. Vários fatores influenciam o desenvolvimento dos rizóbios, principalmente o pH, a fertilidade, a temperatura e aeração, sendo maior a fixação em solos com baixo teor em nitrogênio. O máximo de desenvolvimento das

bactérias fixadoras de nitrogênio se dá numa faixa de pH de 5,5 a 7,0 e em presença de cálcio e fósforo. O micronutriente molibdênio também deve achar-se presente, embora em quantidades diminutas. Temperaturas do solo abaixo 0°C e acima de 50°C, má circulação de ar e ressecamento exagerado do solo são condições desfavoráveis ao desenvolvimento dos rizóbios (JORGE, 1988).

Alguns autores, estudando o efeito do nitrogênio mineral na nodulação das leguminosas, demonstraram que uma eficiência simbiótica máxima está associada com o desenvolvimento em meio deficiente de nitrogênio (FRED et al., 1932; WILSON, 1940; NUTMAN, 1956; VAN SCHEVAN, 1958). Altos níveis de nitrogênio mineral reduzem o número de nódulos e inibem seu desenvolvimento e a fixação simbiótica (ALLOS & BARTHOLOMEU, 1955). Por outro lado, foi observado um estímulo no desenvolvimento simbiótico pela adição de pequenas quantidades de nitrogênio (GIOBEL, 1926; FRED & WILSON, 1934; MACCOWNELL & BOND, 1957) citados por GUSS & DOBEREINER (1972).

Em soja constatou-se que a quantidade de nitrogênio fixado simbioticamente decrescia com o incremento das doses de nitrogênio aplicadas. Peso, número e tamanho dos nódulos estavam diretamente relacionados com o aumento do nitrogênio fixado, e inversamente correlacionados com o acréscimo de nitrogênio adicionado ao solo (WEBER, 1966). Mas em trabalhos realizados por VASCONCELOS et al. (1974) com a referida cultura, constatou-se efeito favorável da interação *Rhizobium* versus moderada adubação nitrogenada (30 kg de nitrogênio por hectare).

A fixação simbiótica do nitrogênio e a ação que os agentes ambientais exercem sobre este processo na cultura da soja, foi estudado em três experimentos de campo realizados por ARRUDA et al. (1968), onde foi verificado que a inoculação superou os efeitos da adubação nitrogenada em um dos experimentos, enquanto noutro, ocorreu o inverso. Em dois experimentos observou-se regressão linear altamente significativa entre o peso dos nódulos e a produção, indicando que a fixação simbiótica foi fator limitante da produção, especialmente na ausência de adubação nitrogenada.

A nodulação em soja foi estudada por RUSCHEL *et al.* (1974) que, utilizando diferentes fertilizantes nitrogenados e inoculação, verificaram prejuízos na nodulação da referida cultura, porém não inibiram completamente a função da nitrogenase nos nódulos desenvolvidos. As plantas que foram adubadas com fertilizante nitrogenado, tiveram aumentado o teor de nitrogênio total em relação ao controle (sem adubação nitrogenada), sugerindo sinergia entre a absorção do nitrogênio do solo e a fixação do nitrogênio atmosférico. Em trabalhos semelhantes, RUSCHEL & RUSCHEL (1975) constataram que o número de nódulos diminuiu com a adição de nitrogênio ao solo, não havendo, porém, inibição da nitrogenase. A inoculação mostrou-se efetiva no sentido de aumentar o nitrogênio total e percentual da parte aérea da planta em todos os tratamentos, não promovendo, entretanto, diferenças no peso seco das plantas até aos 45 dias. Observou-se efeito aditivo da inoculação com a adubação nitrogenada, no aumento do nitrogênio total das plantas.

Na cultura do amendoim, em trabalhos realizados por VASCONCELOS *et al.* (1977a) utilizando solos das microrregiões homogêneas da Serra de Baturité e do Baixo Jaguaribe, Ceará, Brasil, observaram a ausência de influência significativa da inoculação de *Rhizobium* e da adubação nitrogenada, quanto ao incremento da produção de sementes. Nestes referidos solos os autores constataram abundante população rizobiana nativa com boa capacidade fixadora do nitrogênio atmosférico em simbiose com a referida cultura.

A lentilha (*Lens culinaris* Med.), quando em condições adequadas para associação simbiótica (como temperatura do solo entre 0 e 35°C, e disponibilidade de boro e molibdênio no solo), mais de 85% do nitrogênio necessário pode ser obtido através da fixação simbiótica. Nessas condições, pouca ou nenhuma resposta se obtém com aplicação de nitrogênio. No entanto, para solos arenosos, pobres e com baixo conteúdo de matéria orgânica, a aplicação de 10 a 25 kg/ha de nitrogênio no plantio, auxilia as plântulas no início de seu desenvolvimento, estimulando a fixação simbiótica e por conseguinte, aumentando seu rendimento (MANARA *et al.*, 1992).

Na cultura da fava (Phaseolus lunatus L.), as bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico, são as mesmas que atuariam no caupi, segundo HOLLAND et al. (1953), citado por VIEIRA (1992). Este referido autor destacou que a nodulação não teria proporcionado bons resultados, tanto em áreas novas de cultivo quanto em áreas de plantios sucessivos. Entretanto, têm-se verificado aumento da nodulação à medida que o cultivo de fava é repetido na mesma área, independente de ter sido feita, ou não, a inoculação.

Em solo deficiente de nitrogênio, o grão-de-bico (Cicer arietinum L.), responde positivamente à baixa dose de nitrogênio (15-20 kg/ha) utilizada junto à adubação de plantio. Nesta cultura, segundo SAXENA (1990), citado por BRAGA et al. (1992), mais de 70% do nitrogênio da planta pode ser originado da fixação simbiótica.

A nodulação na cultura do guandu (Cajanus cajan Merr.) é considerada pobre, devido ao problema de sobrevivência dos nódulos nas raízes profundas. Contudo em 18 experimentos realizados na Índia por REWARI et al. (1981), citado por VIEIRA & SALGADO (1992), onde foram testadas diferentes estirpes de Rhizobium, em oito foi observada resposta positiva e significativa com aumento de rendimento de até 51%. De acordo com os autores supracitados, neste mesmo país estudos demonstram que o guandu não responde à adubação nitrogenada.

Existem estimativas de que a simbiose na cultura do feijão comum (Phaseolus vulgaris L.) poderia ser responsável pela fixação de 40 a 80 kg por hectare de nitrogênio (WESTERMANN et al., 1981). Em experimentos realizados com feijão comum, a cultivar Carioca fixou até 91 kg por hectare de nitrogênio durante o ciclo de 90 dias, o que corresponde a 68% do nitrogênio total na planta, ao passo que a cultivar Goiano precoce (60 dias) conseguiu fixar apenas 25 kg por hectare de nitrogênio, ou 37% do nitrogênio total da planta (RUSCHEL et al., 1982).

Em outros experimentos conduzidos com feijão comum (Phaseolus vulgaris L.), em casa de vegetação, usando vasos com temperatura abaixo da ambiente, foi observado que algumas estirpes de Rhizobium phaseoli, fixaram nitrogênio equivalente ao fornecido por

uma adubação mineral com 46 ppm do elemento. Com a aplicação de 23 ppm de nitrogênio no plantio ou 20 dias após, observou-se aumento no número e peso dos nódulos e no desenvolvimento das plantas (GUSS & DOBEREINER, 1972).

A eficiência da inoculação do feijão comum também foi constatada por RUSCHEL & RUSCHEL (1975), através do aumento do peso da planta e do nitrogênio total, evidenciando um acréscimo de proteína na planta como resultado da fixação simbiótica de nitrogênio. Demonstraram também, que tal fixação poderia ser avaliada, na referida cultura, através do peso seco em plantas com 65 dias ou utilizando-se o teor de nitrogênio total da parte aérea em plantas com 50 dias.

Estudando a influência de diferentes nutrientes na simbiose de estirpes do *Rhizobium phaseoli* com variedades de *Phaseolus vulgaris* L., FRANCO & DOBEREINER (1967) mostraram que o molibdênio é essencial à fixação do nitrogênio; quando em excesso, prejudicou mais o processo da simbiose que o do desenvolvimento das plantas. Para o potássio e o magnésio, as respostas não foram favoráveis, sendo notado prejuízos no que se refere à simbiose e à fixação do nitrogênio, ao passo que o calcário foi indispensável ao processo. Já RUSCHEL & REUSZER (1973), analisando os fatores que afetam a simbiose de *Rhizobium phaseoli* em *Phaseolus vulgaris* L., verificaram que na ausência de molibdênio, as plantas não apresentaram modificação no seu peso seco ou no peso seco dos nódulos, porém, o percentual de nitrogênio da parte aérea foi menor em um dos experimentos. A ausência de magnésio determinou a diminuição no peso seco da parte aérea das plantas. Com relação ao nitrogênio foi observado tendência de maior nodulação na ausência do referido elemento.

Em estudo com duas variedades de *Phaseolus vulgaris* L., FRANCO & DOBEREINER (1968), verificaram o incremento da nodulação pela adubação com 10 ppm de nitrogênio, em ambas, diferindo este efeito com a variedade de feijão e os níveis de cálcio empregados. A dose de 40 ppm de nitrogênio reduziu a nodulação em todos os tratamentos, exceto na variedade Rico 23, nos dois menores níveis de cálcio empregados.

Com o aumento das dosagens, o cálcio incrementou o peso dos nódulos, enquanto o nitrogênio tendeu a diminuí-lo.

Segundo EAGLESHAM *et al.* (1977) e SUMMERFIELD *et al.* (1977), citados por FERREIRA (1994), uma simbiose efetiva caupirizóbio pode fixar mais de 150 kg de nitrogênio por hectare, e suprir de 80 a 90% do nitrogênio requerido pela planta. Esta simbiose permitiu ao caupi alcançar níveis adequados de produção nos solos deficientes em nitrogênio, nos quais as culturas não inoculadas geralmente falham.

Nas microrregiões homogêneas do Baixo-Jaguaribe (Russas) e da Serra de Baturité (Redenção), no Estado do Ceará, VASCONCELOS *et al.* (1976a) concluíram ser desnecessárias a inoculação artificial e a adubação química nitrogenada da cultura do caupi. Segundo estes autores, naquelas regiões existiria uma população rizobiana autóctone, dotada de eficiência fixadora em simbiose com a referida leguminosa.

Quando o caupi foi plantado em áreas recentemente desbravadas ou em solos muito arenosos, pode-se constatar deficiência de nitrogênio (OLIVEIRA & DANTAS, 1984). Nessas condições de solo, a população rizobiana pode ter sido insuficiente para permitir uma boa nodulação das plantas, ou mesmo, não existia, tornando necessária a adubação nitrogenada e/ou a inoculação. Possivelmente por essa razão são registradas respostas da cultura ao nitrogênio em algumas áreas do Nordeste, bem como em outras regiões do país (BARRETO & DYNIA, 1988).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O experimento foi instalado, em área irrigada, no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Engenharia Agrícola (DENA) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Fortaleza, Estado do Ceará, situado a uma altitude média de 20 metros e com 3° 44' S de latitude e 38° 33' N de longitude.

3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

O clima da região é tropical chuvoso com precipitação de verão-outono e temperatura média, em todos os meses, superior a 18°C e segundo a classificação de Köppen, é do tipo aw'. A precipitação média anual é de 1350 mm, a temperatura média anual é de 26,5°C e a umidade relativa média anual do ar é de 80%, segundo dados fornecidos pela Estação Agrometeorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, situada contígua à área onde foi realizado o experimento. O experimento foi montado no período de 19/10/94 à 02/01/95, durante a estação seca (TABELA 01).

TABELA 01 - Dados climáticos da estação agrometeorológica do CCA/UFC, durante o período do experimento (19/10/94 à 02/01/95).

Meses	Temperatura do Ar		Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)	Evaporação do tanque (mm)	Insolação (h)
	Méd.Máx. (°C)	Méd.Min. (°C)				
Out	30,8	19,8	62,3	1,6	114,3	114,5
Nov	31,1	22,8	63,7	5,7	259,1	279,5
Dez	31,2	23,3	68,1	56,1	255,6	240,1
Jan	31,3	23,5	74,5	0,2	9,7	12,7
Médias	31,1	22,4	67,2		229,37	231,26
Total				63,6	638,8	646,8

3.3 CARACTERÍSTICAS DO SOLO E DA ÁGUA

O solo foi classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo, segundo os critérios da Legenda Brasileira de Classificação de Solos, sendo de bastante expressão em termos de área no Estado do Ceará e de elevada importância econômica (MOTA & SILVA, 1978).

A análise física de amostras de solo coletadas na área do experimento realizada pelo laboratório de análises de solos do Departamento de Ciências do Solo (DCS) do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, apresentada por GOMES FILHO, (1990), mostram ser um solo de textura franco-argilo-arenosa (TABELA 02). As análises químicas do solo e da água de irrigação, também foram realizadas no mesmo laboratório citado anteriormente (TABELAS 03 e 04).

3.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE

Na análise dos parâmetros fisiológicos - fase vegetativa utilizou-se o delineamento Split-plot com quatro tratamentos, três épocas de observações com quatro repetições de 16 m² de área. Enquanto que na análise dos parâmetros referentes as fases de floração e formação de vagens e de produção, utilizou-se o delineamento totalmente casualizado. Para comparação das médias determinadas utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (GOMES, 1987).

Os tratamentos foram definidos da seguinte forma:

Tratamento 1 (Controle): Não se realizou o fornecimento de nitrogênio para a cultura, procedendo, apenas, a adubação com fósforo e potássio conforme recomendação da análise de solo realizada.

TABELA 02 - Parâmetros físicos do solo da área do experimento.

AMOSTRA	Profundidade (cm)	Densidade do solo	Composição granulométrica (%)				Classe textural
			Areia-grossa	Areia-fina	Silte	Argila	
90-133	0-20	1,43	46	36	7	11	Areia- franca
90-134	20-40	1,60	42	30	9	19	Franco- arenoso
90-135	40-60	1,50	27	22	14	37	Argila- arenosa
90-136	60-80	1,43	22	18	20	40	Franco- argiloso

* Dados de análises realizadas no laboratório de solos do DCS/CCA/UFC.

* Fonte: Gomes Filho (1990).

TABELA 03 - Análise química do solo da área do experimento.

Amostra	Prof.	pH		CE a 25°C Ext. Sat.	CaCO ₃ Equiv.	Complexo Sortivo (mE/100 g de solo)							
		(cm)	Água			KCl	(dS/m)	(%)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺
94-793	0-20	5,1	-	0,50		1,0	0,4	0,1	0,05	1,5	0,2	1,5	3,0
Saturação de bases	m	PST	Carbono	Nitrogênio	C/N	Matéria orgânica	Fósforo disponível						
(%)	(%)		(%)	(%)		(%)	(ppm)						
50,00	12	2	0,25	0,02	12	0,43	2						

* Análise realizada pelo Laboratório de Solos do DCS/CCA/UFC.

TABELA 04 - Análise química da água utilizada no experimento.

Cátions					Ânions					CE
(meq/l)					(meq/l)					(mmhos/cm)
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Soma	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Soma	
0,80	0,95	1,38	0,14	3,27	2,6		0,82		3,42	0,35
RAS		pH			Sólidos dissolvidos		Classificação			
					mg/l					
1,47		7,7			220		C.S.			

*Análise realizada no Laboratório de Solos do DCS/CCA/UFC.

Tratamento 2 (Inoculado): Procedeu-se a inoculação das sementes com rizóbios fornecido pelo Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC, e adubou-se com fósforo e potássio conforme recomendação.

Tratamento 3 (Inocul.+ N Mineral): Procedeu-se a inoculação das sementes com rizóbios fornecido pelo Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC e adubou-se com nitrogênio, fósforo e potássio, conforme análise de solo realizada.

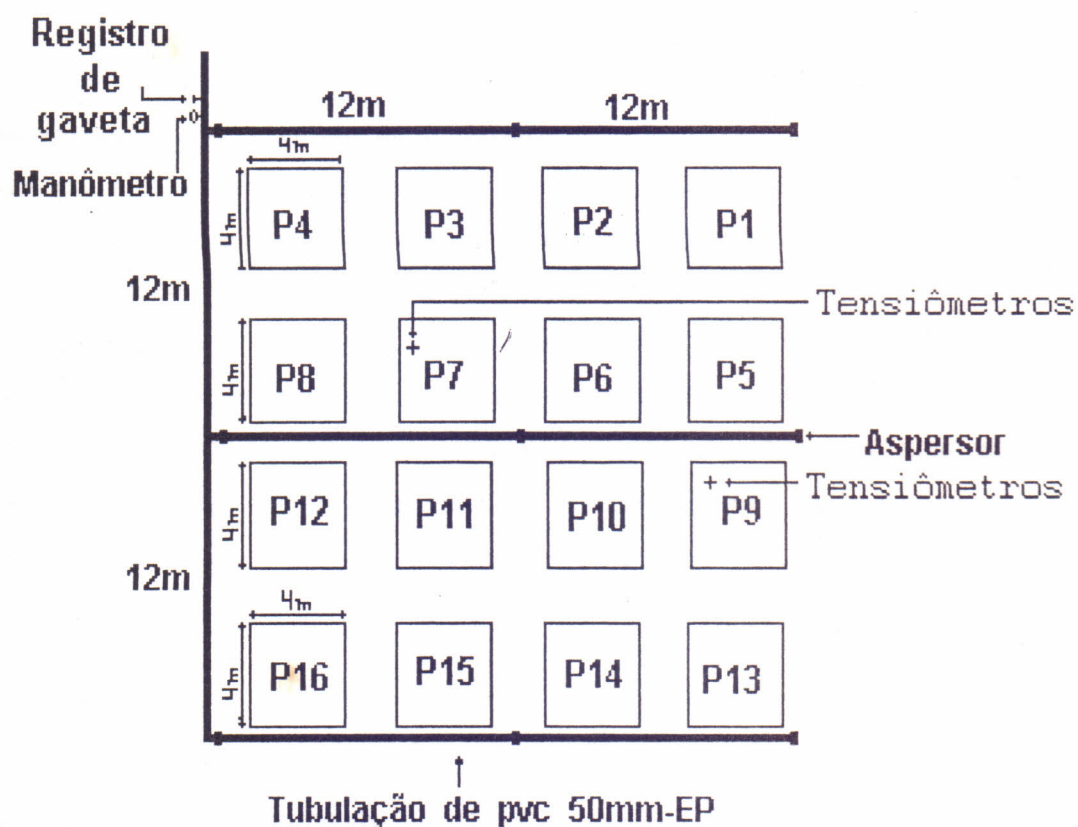
Tratamento 4 (N Mineral): Não procedeu-se a inoculação das sementes, apenas forneceu-se nitrogênio, fósforo e potássio conforme análise de solo.

Utilizou-se como fonte de nitrogênio a uréia (45% de N) na dosagem de 20 kg/ha; como fonte de fósforo o superfosfato triplo (45% de P_2O_5) na dosagem de 80 kg/ha; como fonte de potássio o cloreto de potássio (60% de K_2O) na dosagem de 20 kg/ha, conforme recomendação de adubação. O nitrogênio foi fornecido de modo parcelado, em duas aplicações, sendo 1/3 aplicado no plantio e 2/3 com 20 DAG (Dias após germinação), enquanto o fósforo e o potássio foram fornecidos completamente na época de plantio.

A definição dos tratamentos, como apresentada, esteve associada aos objetivos do trabalho. O experimento possuía uma área total de 676 m², sendo que apenas 256 m², eram ocupados pela cultura. O esquema da distribuição das parcelas em campo (FIGURA 01), nos dava uma área útil de 12,96 m², por cada repetição de cada tratamento.

3.5 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

A área irrigada foi de 676 m², com uma declividade média de 1% no sentido norte-sul e de 2% no sentido oeste-leste e relevo praticamente plano.



TRATAMENTOS	PARCELAS
Controle	3, 8, 9 e 14
Inoculado	2, 11, 12 e 13
Inocul.+ N Mineral	1, 7, 10 e 16
N Mineral	4, 5, 6 e 15

FIGURA 01 - Representação esquemática da área do experimento.

Utilizou-se o método de irrigação por aspersão, com aspersores espaçados em 12 m x 12 m, conforme esquema da área do experimento, utilizando-se o aspersor modelo ZAD-30 com bocal 3,8 mm x 3,8 mm e 0,2 MPa de pressão de serviço. O controle da irrigação foi executado através de duas baterias de dois tensiômetros, à profundidade de 15 cm e um tensiômetro instalado a 45 cm de profundidade. A rega foi executada sempre que a tensão registrada no tensiômetro mais superficial fosse equivalente a aproximadamente 0,05 MPa segundo ELLIOT et al. (1980), citado por STONE & MOREIRA (1986) para irrigação do feijão comum. Posteriormente aplicou-se a lâmina necessária para trazer o solo à condição de capacidade de campo, de acordo com a curva de Retenção de Umidade do Solo (FIGURA 02).

3.6 CONDIÇÕES DE CULTIVO

A área para plantio sofreu as operações de roçagem, aração e gradagem cruzadas e em seguida marcação das parcelas experimentais e das covas.

Foi utilizada a cultivar de caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp), Epace-10, com sementes fornecidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (Epace) .

A semeadura foi realizada com espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, quatro sementes por cova, sendo o desbaste realizado 15 dias após germinação (15 DAG).

O experimento constou de 16 parcelas de 4,0 m x 4,0 m, ocupando uma área útil de 256 m² e uma densidade de plantio de 123 000 plantas/ha. Cada parcela continha 6 fileiras de plantas.

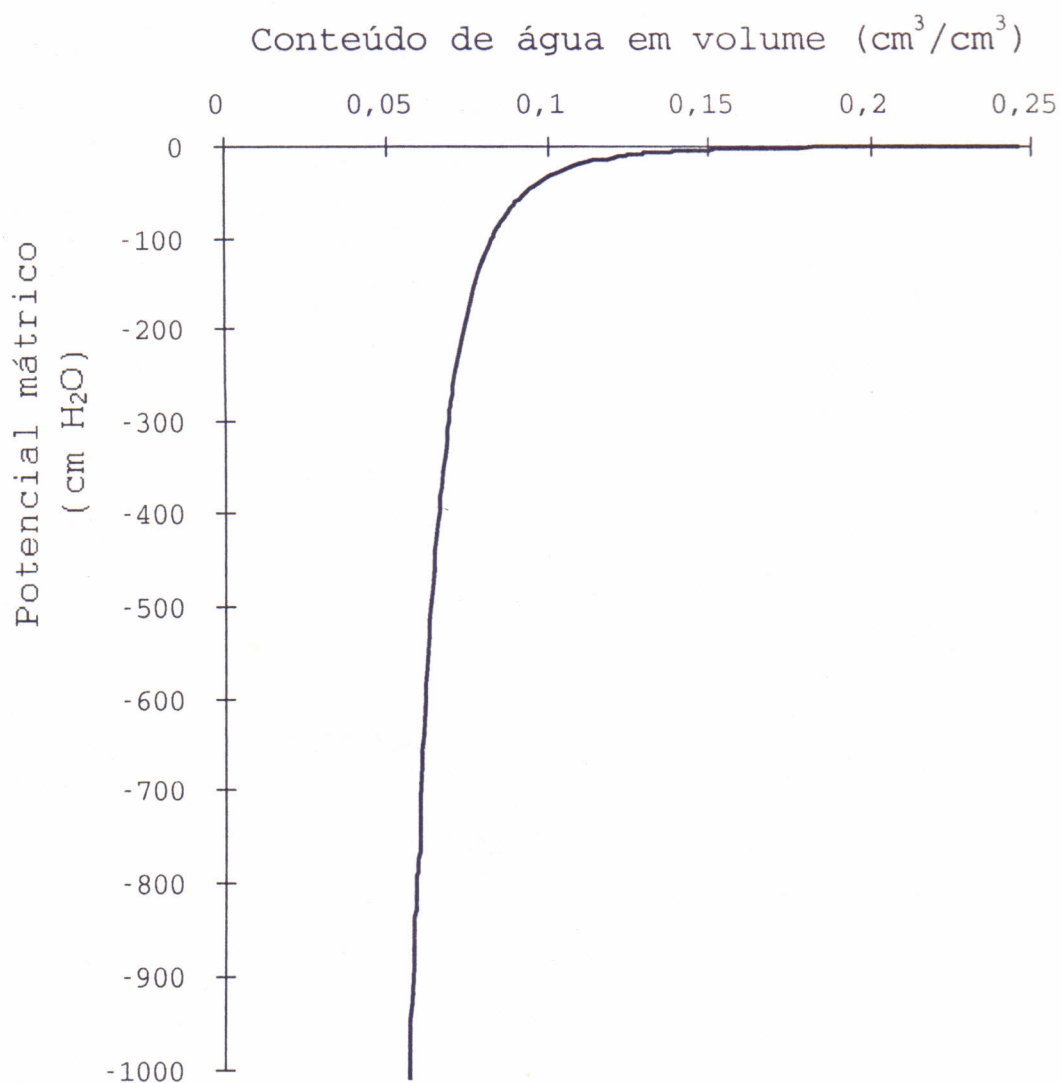


FIGURA 02- Curva característica de umidade do solo Podzólico Vermelho-Amarelo da área do experimento à profundidade de 15 cm.

As capinas foram realizadas de acordo com a ocorrência de ervas daninhas, sendo a área mantida limpa durante todo o ciclo da cultura. O controle de pragas foi realizado através de aplicações de defensivos agrícolas, como o Agrivin(carbamato) 850PM na proporção de 40 g de produto para 20 l de água; Nuvacron(monocrotophos) 400E na proporção de 20 ml de produto para 20 l de água, ambos utilizados no combate às lagartas e pulgões. As capinas foram efetuadas manualmente com enxada e as aplicações dos defensivos com pulverizador costal.

Também foi realizado o combate às formigas com polvilhamento dos formigueiros com organofosforado e a utilização de veneno tipo iscas(Organofosforado), dentro e nas cercanias da área do experimento.

3.7 - PREPARAÇÃO DA INOCULAÇÃO

Estirpes de *Bradyrhizobim* sp. foram multiplicadas em meio líquido "79" de ALLEN, sob agitação, sendo posteriormente adicionadas ao veículo para inoculação das sementes(carvão vegetal moído e neutralizado).O inóculo foi aplicado às sementes utilizando-se como adesivo uma solução saturada de sacarose previamente ao plantio. Utilizou-se uma mistura de estirpes (UFC-728 e UFC-721) selecionadas, pertencentes ao Laboratório de Microbiologia do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC.

3.8 DETERMINAÇÃO DA ÁREA FOLIAR

Para determinação do crescimento da área foliar foram tomadas quatro plantas por tratamento. Por meio de um medidor de área foliar, aparelho com sensor de fotocélulas (PORTABLE AREA METER-MODELO LI 300, LINCOLN-NEBRASCA,EE.UU.), mediu-se a área foliar de cada planta aos 30, 50 e 57 DAG.

3.9 DETERMINAÇÃO DO PESO SECO DA PARTE AÉREA

A determinação do peso seco da parte aérea foi realizada através de pesagem direta das folhas e caules, após 48 horas na estufa a 80°C. Para essa determinação, colheram-se quatro plantas para cada tratamento, aleatoriamente, aos 30, 50 e 57 DAG.

3.10 DETERMINAÇÕES DO PESO SECO RADICULAR E DOS NÓDULOS

Para determinação do peso seco radicular e peso seco dos nódulos foram tomadas quatro plantas por tratamento. Para coletarmos as raízes com os nódulos um anel de pvc tipo esgoto era introduzido no solo, tendo a planta na posição central. O referido anel tinha as seguintes dimensões, 15 cm de diâmetro e 25 cm de comprimento com 5 cm de bordadura superior (acima do solo), no intuito de coletarmos as raízes existentes nos 20 cm superficiais de solo, pois nesta profundidade estão presentes mais de 90% do sistema radicular do caupi. Após separação do sistema radicular do solo, através da aplicação de jato de água, procedeu-se a secagem do mesmo, em estufa, a 80 °C durante 48 horas executando-se posteriormente a separação e a pesagem das raízes e dos nódulos, em balança analítica de precisão.

3.11 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA FIXADORA

Após a coleta do sistema radicular conforme descrito anteriormente, o mesmo foi levado ao Laboratório de Microbiologia do Solo do CCA/UFC, onde foi procedida a contagem, pesagem direta, classificação da eficiência, pela intensidade da coloração interna dos nódulos e localização (raiz principal ou secundárias). Foram também determinados os seguintes parâmetros: número total de nódulos, número de nódulos eficientes, número de nódulos ineficientes, número

de nódulos na raiz principal, número de nódulos nas raízes secundárias e peso seco dos nódulos.

3.12 DETERMINAÇÕES DO TEOR DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NA PARTE AÉREA

Após a secagem da parte aérea da planta, esta foi moída e colocada em pequenos sacos plásticos hermeticamente fechados, e levados ao Laboratório de Solos do CCA/UFC, para determinação do nitrogênio total pelo método Semi-micro-KJELDAHL. A determinação do fósforo foi processada pelo método de colorimetria do metavanadato, e a do potássio pelo método da fotometria de chama de emissão, todos descritos por MALAVOLTA *et al.* (1989).

3.13 DETERMINAÇÃO DAS FASES DE FLORAÇÃO E FORMAÇÃO DE VAGENS

O número total de flores e vagens emitidas durante o ciclo da planta foram obtidos através de contagem direta, iniciada aos 42 DAG, em uma planta marcada aleatoriamente em cada parcela, totalizando 16 plantas. Foram quantificados os seguintes parâmetros: duração da fase de floração e formação de vagens (dias), número médio total de flores, número médio total de vagens por planta, e o percentual de abscisão de flores.

3.14 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PRODUÇÃO

Após a análise das plantas marcadas, procedeu-se a colheita das linhas de plantas de cada parcela para determinação dos seguintes parâmetros: número médio de vagens por planta, número médio de vagens bem formadas, número médio de grãos por vagem por planta, tamanho médio das vagens por planta (cm), peso médio de 100 grãos (g), peso médio de grãos por planta (g), peso médio do pericarpo por planta (g) e a produção total de grãos por área (kg/ha).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS - FASE VEGETATIVA

4.1.1 ÁREA FOLIAR

Os valores referentes a área foliar (dm²) foram determinados aos 30, 50 e 57 DAG e estão expressos na TABELA 05 E FIGURA 03. Pela análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade constatou-se não existir diferença significativa entre os tratamentos aos 30 e 50 DAG.

Segundo VASCONCELOS *et al.* (1976) e STAMFORD & NEPTUNE (1979) citados por OLIVEIRA & DANTAS (1988) o caupi dependeria do nitrogênio da semente e do solo até aos 20 DAG e a partir dos 25 DAG a necessidade da cultura, pelo referido nutriente, seria suprida pela fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico realizada pelo rizóbio. Tal comportamento sugeriria que aos 30 DAG os tratamentos ainda estariam sobre o efeito supracitado, não refletindo portanto, em diferença estatística entre os mesmos, apesar da tendência do Controle ser inferior aos demais, indicando pouca eficiência do rizóbio nativo que infectou tal tratamento, evidenciado através do menor número de nódulos eficientes, e do N Mineral apresentar uma tendência a ser superior aos demais, sugerindo a facilidade da cultura em absorver e utilizar o nitrogênio na forma mineral ou o rizóbio nativo na presença de nitrogênio mineral tenha sido favorecido, já que o número de nódulos eficientes foi superior ao dos demais tratamentos.

Mesmo não ocorrendo diferença estatística significativa entre os tratamentos aos 50 DAG, notou-se que o Inoculado + N Mineral

TABELA 05 - Valores médios da área foliar (dm²) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	D I A S	A P Ó S	GERMINAÇÃO
	30	50	57
Controle	8,5 A	17,1 A	23,3 B
Inoculado	9,8 A	23,0 A	42,5 A
Inocul. + N Mineral	12,8 A	31,5 A	29,2 AB
N Mineral	15,4 A	25,6 A	34,8 AB
MÉDIAS	11,6	24,3	32,5

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

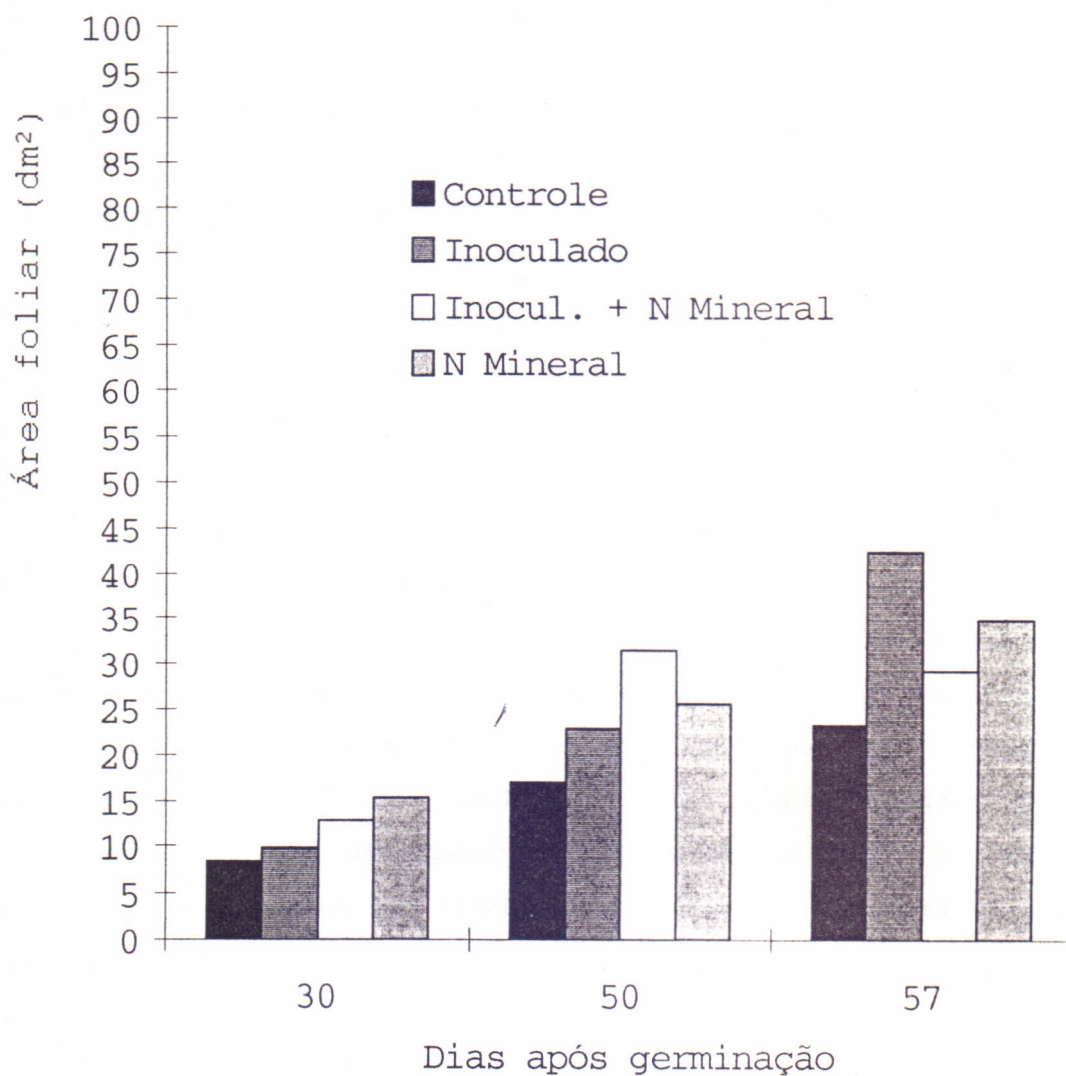


FIGURA 03 - Variações da área média foliar (dm) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

apresentou uma tendência de ser superior aos demais. Este comportamento sugere que o nitrogênio utilizado pela cultura foi fornecido em maior percentual pela adubação mineral e não pela fixação de nitrogênio, já que no referido tratamento o número de nódulos ineficientes prevaleceu sobre os eficientes, indicando pouca atividade do rizóbio inoculado. Quanto ao **Controle**, este tendeu novamente a ser inferior aos demais, apesar de ter apresentado um número de nódulos eficientes elevado e praticamente igual ao do **Inoculado**, sugerindo a baixa eficácia do rizóbio nativo/no fornecimento de nitrogênio para a cultura.

Aos 57 DAG o **Inoculado** não diferiu estatisticamente do **Inocul.+ N Mineral** e do **N Mineral**, apesar de ter uma tendência de ser superior a estes. O comportamento observado sugere que as estirpes utilizadas no **Inoculado** induzem uma recuperação da área foliar nesta época quando relacionada com as anteriores, indicando que os nódulos eficientes produzidos pelo rizóbio inoculado, apresentariam maior capacidade de fornecer nitrogênio à cultura por um maior período de tempo, e nos tratamentos que receberam o nitrogênio na forma mineral, ocorreria inibição da atividade, tanto do rizóbio inoculado como também do nativo, capaz de provocar uma pequena redução da área foliar do **Inocul. + N Mineral** e do **N Mineral** respectivamente, mesmo demonstrando uma tendência de apresentarem um número de nódulos eficientes ligeiramente superior. Em relação ao **Controle**, apesar da tendência de uma menor área foliar, este só diferiu estatisticamente do **Inoculado**. Tal comportamento pode ter ocorrido devido ao menor número de nódulos eficientes do **Controle** em comparação ao do **Inoculado**.

A presença de nódulos em todos os tratamentos é um indicativo da presença de uma população rizobiana nativa capaz de nodular com o caupi, que como se sabe, trata-se de uma leguminosa tropical com possibilidade de nodular com uma miscelânea de estirpes de rizóbio, com taxas de crescimento e reações culturais variáveis (ARAÚJO & HENSON, 1988; ALLEN & ALLEN, 1988)

Deve-se salientar que o controle de pragas utilizado não afetou a nodulação, tanto do rizóbio nativo como também do inoculado, concordando com as observações de ALMEIDA *et al.* (1985), na cultura da soja (IAC-02) na qual a nodulação também não foi afetada quando da aplicação de Carbamatos e Monocrotophos em doses comerciais.

4.1.2 PESO SECO DA PARTE AÉREA

Os valores referentes ao peso seco da parte aérea (g) foram determinados aos 30, 50 e 57 DAG e estão expressos na TABELA 06 E FIGURA 04. Pela análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, aos 30 DAG os tratamentos foram estatisticamente iguais.

O comportamento observado aos 30 DAG é concordante com o descrito por VASCONCELOS *et al.* (1976) e STAMFORD & NEPTUNE (1979) citados por OLIVEIRA & DANTAS (1988), que observaram que o caupi dependeria do nitrogênio da semente e do solo até os 20 DAG e a partir dos 25 DAG a necessidade da cultura pelo referido nutriente, seria suprida pela fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico realizada pelos rizóbio. Tal comportamento sugeriria que nesta época os tratamentos ainda estariam sobre o efeito supracitado, não refletindo portanto, em diferença estatística entre os mesmos. A tendência do Controle ser inferior aos demais, sugere pouca eficiência do rizóbio nativo que infectou tal tratamento, demonstrado através do menor número de nódulos eficientes. Já o N Mineral apresentou tendência a ser superior aos demais, sugerindo a facilidade da cultura em absorver e utilizar o nitrogênio na forma mineral ou o rizóbio nativo existente na presença do nitrogênio mineral foi favorecido, já que o número de nódulos eficientes foi superior ao dos demais tratamentos.

TABELA 06 - Valores médios do peso seco da parte aérea (g) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	D I A S	A P Ó S	GERMINAÇÃO
	30	50	57
Controle	5,1 A	13,5 B	25,3 C
Inoculado	6,5 A	21,5 AB	47,9 A
Inocul. + N Mineral	8,3 A	36,3 A	30,3 BC
N Mineral	9,9 A	27,0 AB	43,6 AB
MÉDIAS	7,4	24,6	36,8

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

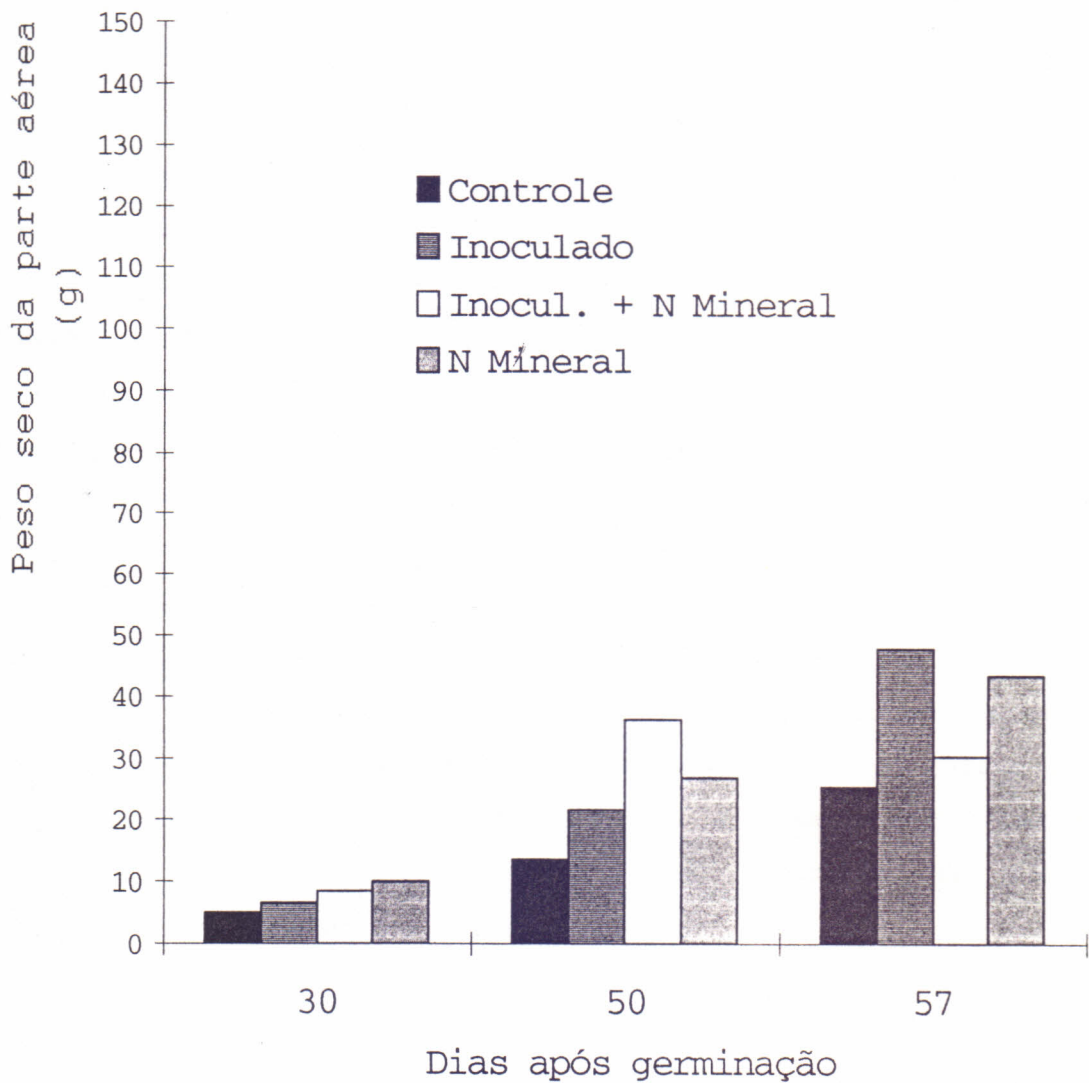


FIGURA 04 - Variações do peso seco médio da parte aérea (g) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

Aos 50 DAG o **Controle** diferiu estatisticamente do **Inocul.+ N Mineral**, mantendo a tendência a ser inferior aos demais, sugerindo que a população rizobiana nativa foi ineficiente no fornecimento de nitrogênio para a cultura, podendo ser decorrência da presença de um maior número de nódulos ineficientes. Nesta época o **Inocul.+ N Mineral** não diferiu estatisticamente do **Inoculado** e do **N Mineral**, apresentando porém a tendência de superar aos demais, sugerindo que a adubação mineral participou com uma maior quantidade do nitrogênio requerido pelo caupi, pois neste tratamento verificou-se um número de nódulos ineficientes superior aos demais.

O **Controle** que foi infectado pelo rizóbio nativo manteve a tendência de ser inferior aos demais aos 57 DAG, apesar de estatisticamente igualar-se ao **Inocul.+ N Mineral**, que por sua vez não apresentou diferença estatística para o **N Mineral**, sugerindo que no **Inocul.+ N Mineral** o efeito do fornecimento de nitrogênio para o caupi deveu-se mais à adubação mineral e não à fixação de nitrogênio realizada pelo rizóbio inoculado, pois o número de nódulos ineficientes superou ao dos eficientes.

O **Inoculado** aos 57 DAG foi estatisticamente igual ao **N Mineral** sugerindo que as estirpes utilizadas para a inoculação foram eficientes no fornecimento de nitrogênio a planta, sugerindo que no **Inoculado** mesmo não tendo o maior número de nódulos eficientes estes apresentaram boa capacidade de fornecer nitrogênio à cultura por um maior período de tempo.

4.1.3 PESO SECO DAS RAÍZES

Os valores referentes ao peso seco das raízes (g) foram determinados aos 30, 50 e 57 DAG e estão expressos na TABELA 07 E FIGURA 05. Pela análise estatística realizada através do teste de

Tukey ao nível de 5% de probabilidade observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos aos 30 e 50 DAG.

Aos 57 DAG o **Controle** não diferiu estatisticamente do **Inocul.+ N Mineral**, o qual tendeu a ser inferior aos demais. Em relação ao **Inoculado** e ao **N Mineral** estes não diferiram estatisticamente aos 57 DAG. O comportamento deste parâmetro sugere que o mesmo é pouco influenciado pela fonte de nitrogênio a disposição da cultura.

4.1.4 RELAÇÃO PARTE AÉREA/RAÍZES

Os valores referentes à relação parte aérea/raízes foram determinados aos 30, 50 e 57 DAG e estão expressos na TABELA 08 E FIGURA 06.

Os tratamentos aos 30 DAG não apresentaram diferença estatística significativa, o que concorda com os trabalhos de VASCONCELOS *et al.* (1976) e STAMFORD & NEPTUNE (1979) citados por OLIVEIRA & DANTAS (1988), que observaram que o caupi dependeria do nitrogênio da semente e do solo até os 20 DAG e a partir dos 25 DAG a necessidade da cultura pelo referido nutriente, seria suprida pela fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico realizada pelo rizóbio. Tal comportamento, portanto, poderia explicar a igualdade estatística entre os tratamentos na referida época. O **N Mineral** tendeu a superar aos demais, sugerindo que a cultura apresenta preferência e/ou rápida translocação do nitrogênio na forma mineral, pois nesta época o número de nódulos ineficientes prevaleceu sobre os eficientes, sugerindo que o resultado obtido pelo peso seco da parte aérea deveu-se mais ao nitrogênio mineral aplicado e não, ao rizóbio nativo que o infectou,

TABELA 07 - Valores médios do peso seco das raízes (g) da cultivar de caupi Epace-10 (dias, após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	DIAS	A P Ó S	GERMINAÇÃO
	30	50	57
Controle	0,55 A	1,40 A	1,33 B
Inoculado	0,65 A	1,58 A	2,20 A
Inocul. + N Mineral	0,75 A	1,93 A	1,23 B
N Mineral	0,80 A	1,73 A	2,18 A
MÉDIAS	0,69	1,66	1,73

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

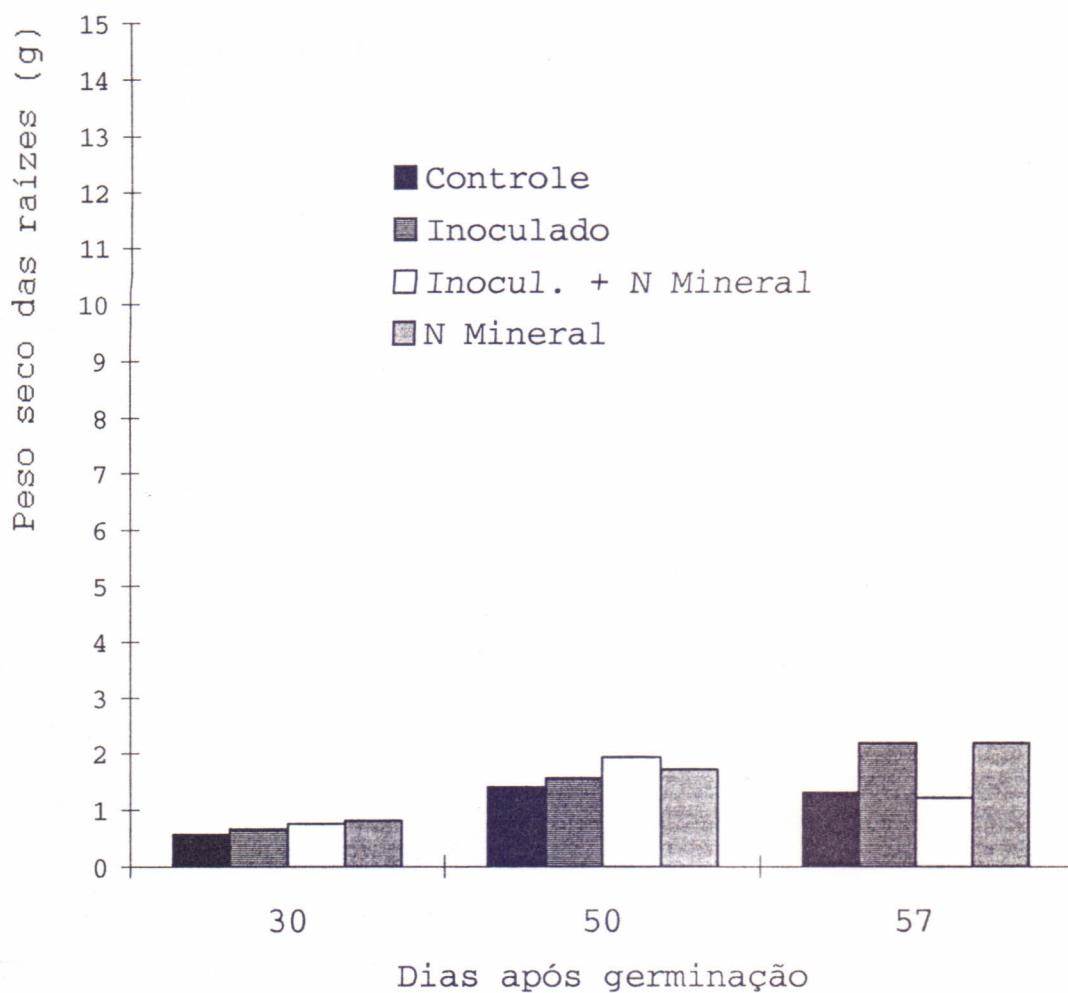


FIGURA 05 - Variações do peso seco médio das raízes (g) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TABELA 08 - Valores médios da relação parte aérea/raízes da cultivar da caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	DIAS	APÓS	GERMINAÇÃO
	30	50	57
Controle	9,2 A	9,8 B	19,6 A
Inoculado	9,9 A	13,5 AB	22,0 A
Inocul. + N Mineral	11,2 A	19,0 A	25,3 A
N Mineral	12,9 A	15,6 AB	19,9 A
MÉDIAS	10,8	14,5	21,7

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

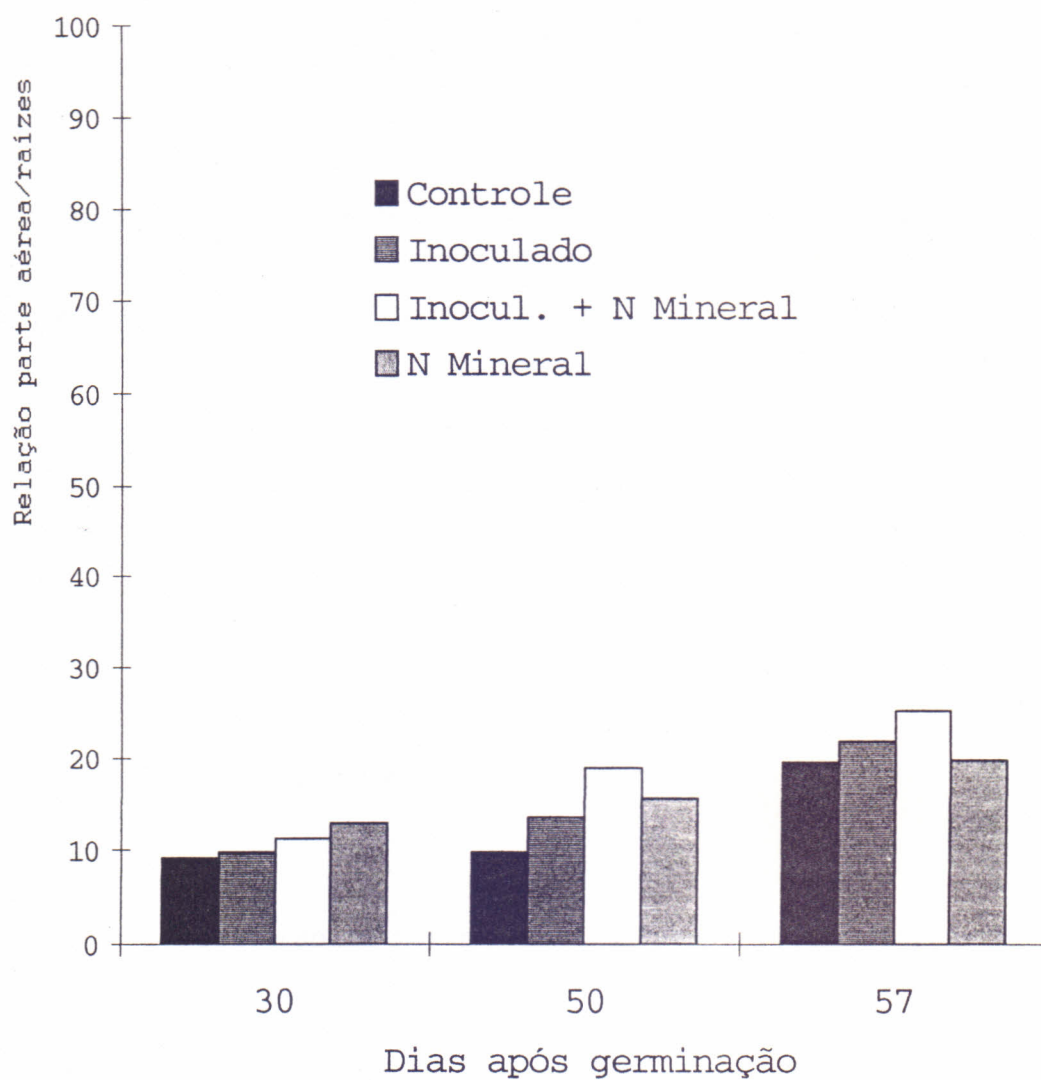


FIGURA 06 - Variações da relação média parte aérea/raízes da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

dando assim consequência ao maior valor da relação parte aérea/raízes.

Aos 30 e 50 DAG o **Controle** tendeu a ser inferior em relação aos demais, sugerindo a baixa eficiência do rizóbio nativo que o infectou. Este comportamento poderia ser justificado através do maior número de nódulos ineficientes deste tratamento, que provocaria um menor peso seco da parte aérea e conseqüentemente, menor relação parte aérea/raízes.

Aos 50 DAG o **Inocul.+ N Mineral** apresentou tendência de ser superior aos demais, no entanto, só diferiu significativamente para o **Controle**. O comportamento do **Inocul.+ N Mineral** sugeriria que o nitrogênio requerido pela cultura foi fornecido mais pela adubação mineral que pelo rizóbio inoculado, já que o mesmo apresentou mais nódulos ineficientes que eficientes.

4.1.5 PARTIÇÃO DA MATÉRIA SECA

A partição da matéria seca do caupi cultivar Epace-10 em diferentes dias após germinação foi determinada aos 30, 50 e 57 DAG e estão expressos na TABELA 09 E FIGURAS 07, 08 E 09.

Por estar na fase vegetativa aos 30 DAG não se analisou a matéria seca de flores e vagens. Notou-se no entanto que todos os tratamentos tiveram comportamento bastante semelhante. O nitrogênio existente nas sementes e o residual no solo, provavelmente suprem o caupi nesta primeira época. Observa-se que mesmo no tratamento **Controle**, desenvolveu-se uma população rizobiana nativa capaz de fornecer nitrogênio suficiente para um desenvolvimento similar deste tratamento, em relação aos demais. No geral, aproximadamente 60% da matéria seca total esta concentrada na matéria seca das folhas , 30% no caule e 9% nas raízes, sendo tal comportamento justificado já que a

TABELA 09 - Valores da partição da matéria seca total da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a tratamentos de diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	Fator analisado	DIAS		APÓS		GERMINAÇÃO	
		30		50		57	
		Matéria seca		Matéria seca		Matéria seca	
		(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Controle	F	3,40	60,20	7,30	46,46	10,00	37,50
	C	1,70	30,10	6,00	38,18	11,30	42,36
	R	0,55	9,70	1,40	8,91	1,33	4,99
	FL	—	—	0,90	5,73	0,11	0,41
	V	—	—	0,11	0,72	3,93	14,74
Inoculado	F	4,30	60,14	9,90	42,78	16,80	33,51
	C	2,20	30,76	10,80	46,67	20,80	41,48
	R	0,65	9,10	1,58	6,83	2,20	4,39
	FL	—	—	0,24	1,04	0,19	0,38
	V	—	—	0,62	2,68	10,15	20,24
Inocul.+ N. Mineral	F	5,40	59,67	17,00	44,47	9,90	31,38
	C	2,90	32,04	16,00	41,85	13,60	43,11
	R	0,75	8,29	1,93	5,05	1,23	3,90
	FL	—	—	0,24	0,63	0,04	0,13
	V	—	—	3,06	8,00	6,78	21,48
N Mineral	F	6,30	58,89	12,70	44,08	13,60	29,74
	C	3,60	33,64	13,60	47,21	18,20	39,81
	R	0,80	7,47	1,73	6,00	2,18	4,77
	FL	—	—	0,25	0,87	0,11	0,24
	V	—	—	0,53	1,84	11,63	25,44

*F=Folhas C=Caule R=Raízes FL=Flores V= Vagens

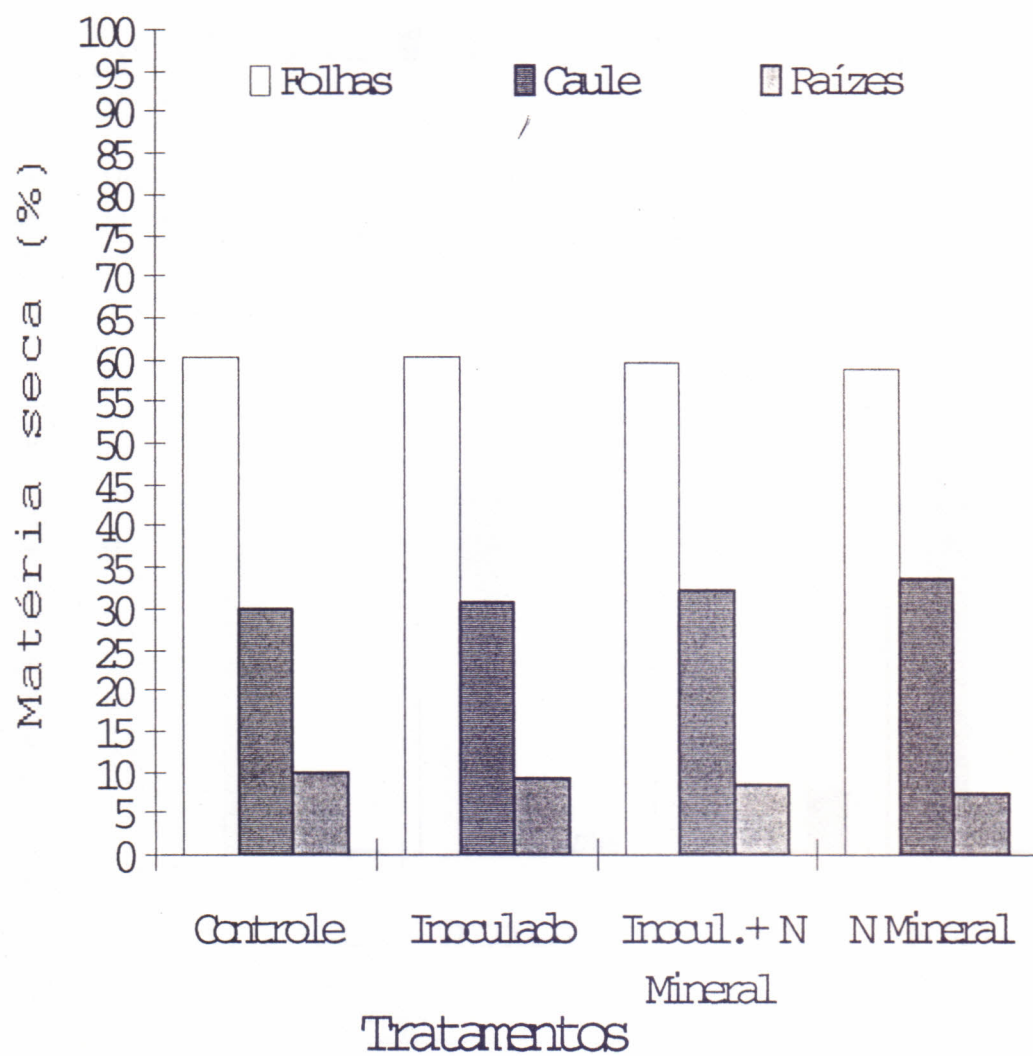


FIGURA 07 - Variações da partição da matéria seca total (%) na cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio aos 30 DAG.

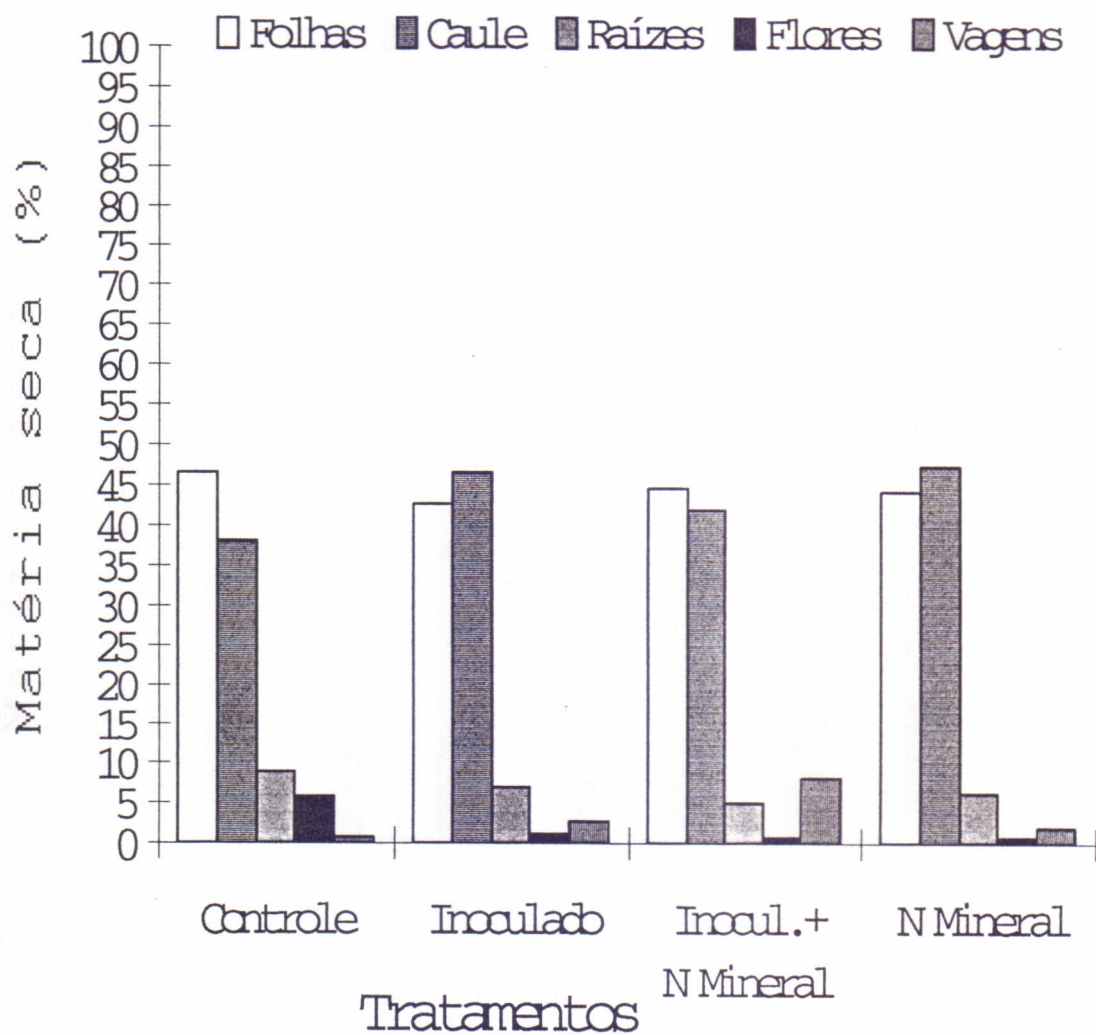


FIGURA 08 - Variações da partição da matéria seca total (%) na cultivar de caupi Espace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio aos 50 DAG.

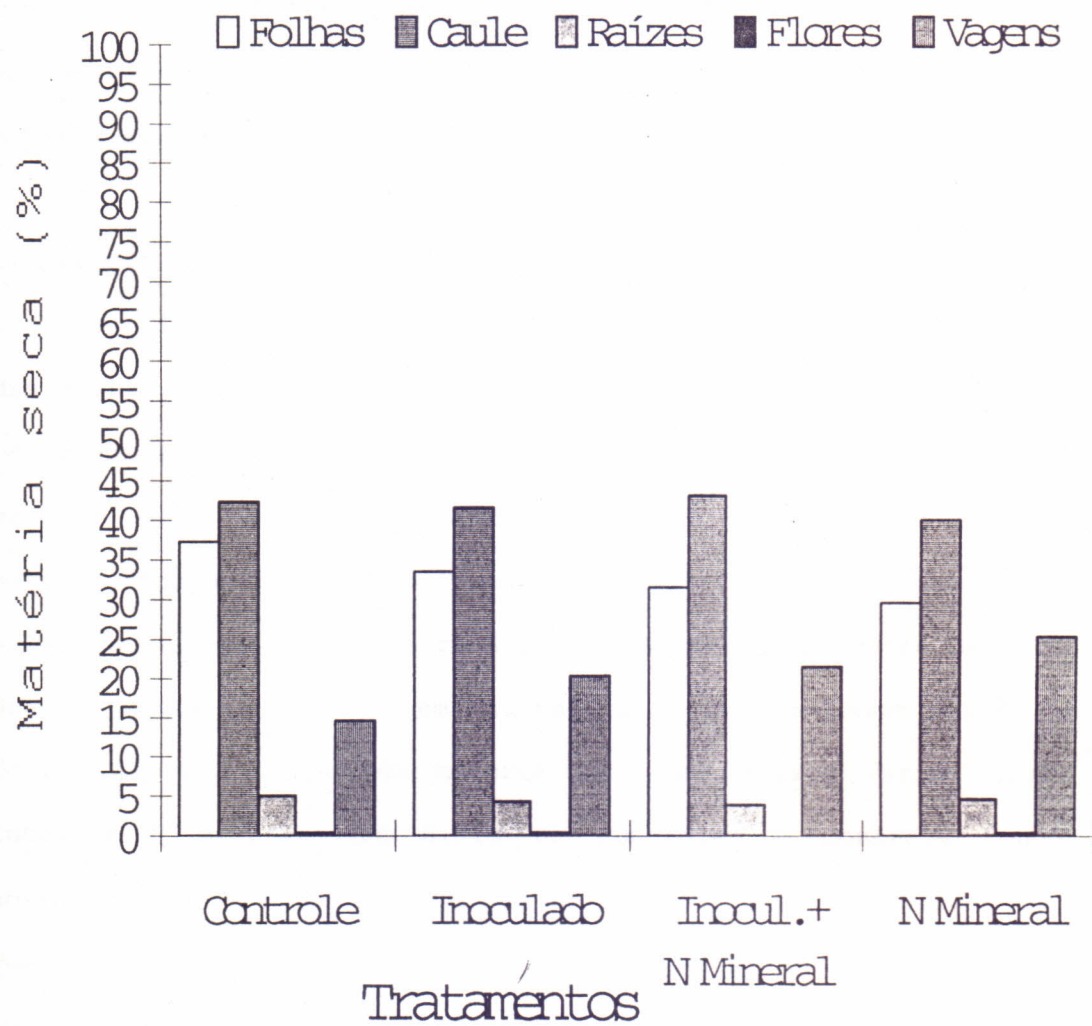


FIGURA 09 - Variações da partição da matéria seca total (%) na cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio aos 57 DAG.

cultura se acha em pleno desenvolvimento vegetativo, procurando aumentar sua área foliar e conseqüentemente, sua contribuição na matéria seca total.

Aos 50 DAG o caupi encontra-se na fase reprodutiva (florescimento e formação de vagens) sendo portanto analisados a contribuição da matéria seca das flores e vagens, além da matéria seca das folhas, caule e raízes. Os tratamentos apresentaram uma queda na contribuição da matéria seca total, variando de 13,74 a 17,36% para a matéria seca das folhas. Constatou-se no entanto, um acúmulo de matéria seca no caule superior ao observado aos 30 DAG, variando de 8 a 16%, sugerindo uma redistribuição de matéria seca entre os diversos órgãos vegetais, tendendo em sua maioria a se acumularem nas folhas e caule. A contribuição da matéria seca das raízes variou 5,05% no **Inocul.+ N Mineral** até 8,91% no **Controle**. O **Controle** tendeu a apresentar uma menor contribuição da matéria seca do caule, sugerindo que os tratamentos onde se forneceu nitrogênio através da inoculação ou adubação mineral ou ambos, a matéria seca do caule foi favorecida. No que se refere à contribuição na matéria seca das flores na matéria seca total, o **Controle** tendeu a destacar-se dos demais, sugerindo que a cultura, quando nestas condições respondeu evolutivamente através de uma maior emissão de flores.

Quanto ao comportamento da distribuição da matéria seca das vagens aos 50 DAG, observou-se a tendência do **Inocul.+ N Mineral** superar aos demais, ficando este com 8% da matéria seca total, indicando provavelmente a rápida formação de vagens deste tratamento. Enquanto isso, nos outros tratamentos, a matéria seca das vagens variou de 0,72% no **Controle** até 2,68% no **Inoculado**. Este comportamento indica que no **Controle** a cultura não conseguiu converter o maior

percentual de flores em um maior percentual de vagens sendo justificado mais adiante através do maior percentual de abscisão do dito tratamento.

Aos 57 DAG o caupi encontra-se na fase de maturação (colheita) sendo portanto analisadas a contribuição da matéria seca das flores e vagens além da matéria seca das folhas, caule e raízes. Observou-se que os tratamentos tiveram comportamento bastante próximos para todos os fatores de matéria seca analisados. Notou-se novamente a tendência de acúmulo de matéria seca no caule para todos os tratamentos (40 a 43% da matéria seca total), enquanto que a contribuição da matéria seca das folhas tende a diminuir mais acentuadamente, variando aproximadamente de 30 a 37% da matéria seca total. Com relação à contribuição da matéria seca das vagens esta variou aproximadamente de 15 a 25% da matéria seca total, notando-se que nos tratamentos que receberam inoculação ou adubação mineral nitrogenada ou ambos, ocorreu favorecimento para o acúmulo de matéria seca nas vagens, sugerindo uma redistribuição da matéria seca para o caule e vagens. A contribuição da matéria seca das raízes nesta época variou de 3,90% no Inocul.+ N Mineral até 4,99% no Controle.

4.2 EFICIÊNCIA FIXADORA

4.2.1 DISTRIBUIÇÃO RELATIVA DE NÓDULOS EFICIENTES E INEFICIENTES NAS RAÍZES

Os valores referentes a distribuição relativa do número de nódulos eficientes e ineficientes foram determinados aos 30, 50 e 57 DAG e estão expressos na TABELA 10 E FIGURA 10. Pôde-se observar

que o número de nódulos eficientes e ineficientes apresentaram variação quase proporcional na distribuição relativa dos nódulos no sistema radicular da cultivar de caupi analisada.

O **Inoculado** e o **Inocul.+ N Mineral** tenderam a apresentar um maior percentual de nódulos eficientes do que ineficientes aos 30 DAG, indicando um favorecimento a formação de nódulos eficientes quando realizada a inoculação quer na ausência ou na presença de nitrogênio mineral. O referido comportamento concorda com o trabalho realizado por VASCONCELOS *et al.* (1997a) que observaram a predominância do número de nódulos eficientes sobre os ineficientes em raízes de caupi quando as plantas eram artificialmente inoculadas e cultivadas em campo. Nesta mesma época o **Controle** e o **N Mineral** tenderam a apresentar um menor percentual de nódulos eficientes, sugerindo que a população rizobiana nativa, quer na ausência ou presença do nitrogênio mineral, favoreceu mais a formação de nódulos ineficientes.

O comportamento observado no **Controle** e no **Inoculado** aos 50 DAG foi similar ao comportamento dos respectivos tratamentos aos 30 DAG. O **Inocul.+ N Mineral** aos 50 DAG apresentou tendência a um maior percentual de nódulos ineficientes, sugerindo que de alguma forma o rizóbio inoculado na presença do nitrogênio mineral favoreceu a tal comportamento. O **N Mineral** aos 50 DAG apresentou tendência a um maior percentual de nódulos eficientes, sugerindo uma ligeira recuperação do rizóbio nativo na formação de nódulos eficientes na presença do nitrogênio mineral, em relação aos 30 DAG.

O **Inoculado** e o **Inocul.+ N Mineral** tenderam a apresentar um maior percentual de nódulos ineficientes aos 57 DAG, indicando que a cultura quando inoculada, quer na ausência ou presença do nitrogênio mineral favorece a formação de nódulos ineficientes mais tardiamente. O **N Mineral** tendeu a apresentar novamente um maior percentual de nódulos ineficientes aos 57 DAG, indicando que o rizóbio nativo na presença do nitrogênio mineral, tende a um maior percentual de nódulos ineficientes mais tardiamente.

Quanto aos valores referentes à distribuição relativa do número de nódulos na raiz principal e nas raízes secundárias, observou-se na FIGURA 11 a tendência bastante expressiva de que o número de nódulos fosse superior nas raízes secundárias em todos os tratamentos, concordando com trabalhos realizados por VASCONCELOS et al. (1977a) e GRAHAM & HALLIDAY (1976) citado por ROSOLEM (1987).

O comportamento observado sugere concordância com as observações realizadas por FREIRE (1992) que sugeriu ser, o maior número de nódulos nas raízes secundárias, um indicativo de uma infecção tardia e/ou a utilização de estirpes pouco competitivas ou pouco efetivas, tendo comportamento inverso quando o número de nódulos era maior na raiz principal, indicando uma infecção precoce e efetiva.

4.2.2 PESO SECO DOS NÓDULOS

Os valores referentes ao peso seco dos nódulos (mg) foram determinados aos 30, 50 e 57 DAG e estão expressos na FIGURA 12. Constatou-se um aumento acentuado do peso seco dos nódulos em todos os tratamentos, comparando-se a primeira coleta (30 DAG) com a segunda e terceira coletas (50 e 57 DAG), indicando que mesmo nos tratamentos sem inoculação ocorre a nodulação.

Constatou-se a tendência do Inoculado superar aos demais de forma bastante sutil, aos 50 e 57 DAG, sugerindo que tal tratamento favoreça a formação de um maior peso seco dos nódulos, concordando com o trabalho de VASCONCELOS et al. (1977b), que em condições de campo, constataram ser a inoculação, capaz de aumentar a massa nodular total da planta; concordando também com os resultados obtidos por VARGAS et al. (1991), que constataram que a inoculação com rizóbio em feijão comum favoreceria ao aumento do peso dos nódulos secos.

TABELA 10 - Distribuição relativa dos nódulos eficientes (Efic.), ineficientes (Inefic.), nódulos na raiz principal (RP) e nas raízes secundárias (RS) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	DAG	Nº médio total de nódulos	Efici. (%)	Inefic. (%)	RP (%)	RS (%)
Controle	30	39,3	45,3	54,7	13,49	86,51
Inoculado		34,6	51,4	48,6	30,43	69,57
Inocul. + N Mineral		41,1	53,04	46,96	25,61	74,39
N Mineral		77,3	49,55	50,45	9,7	90,3
Controle	50	45	48,9	51,5	19,51	80,49
Inoculado		42	54,76	45,24	28,03	71,97
Inocul. + N Mineral		37,5	37,3	62,7	13,33	86,67
N Mineral		20,6	62,14	37,86	12,2	87,8
Controle	57	23,5	61,7	38,3	25,52	74,47
Inoculado		35,8	42,74	57,26	20,95	79,05
Inocul. + N Mineral		36,3	44,08	55,92	17,36	82,64
N Mineral		40,1	40,65	59,35	11,97	88,03

* DAG = Dias após germinação

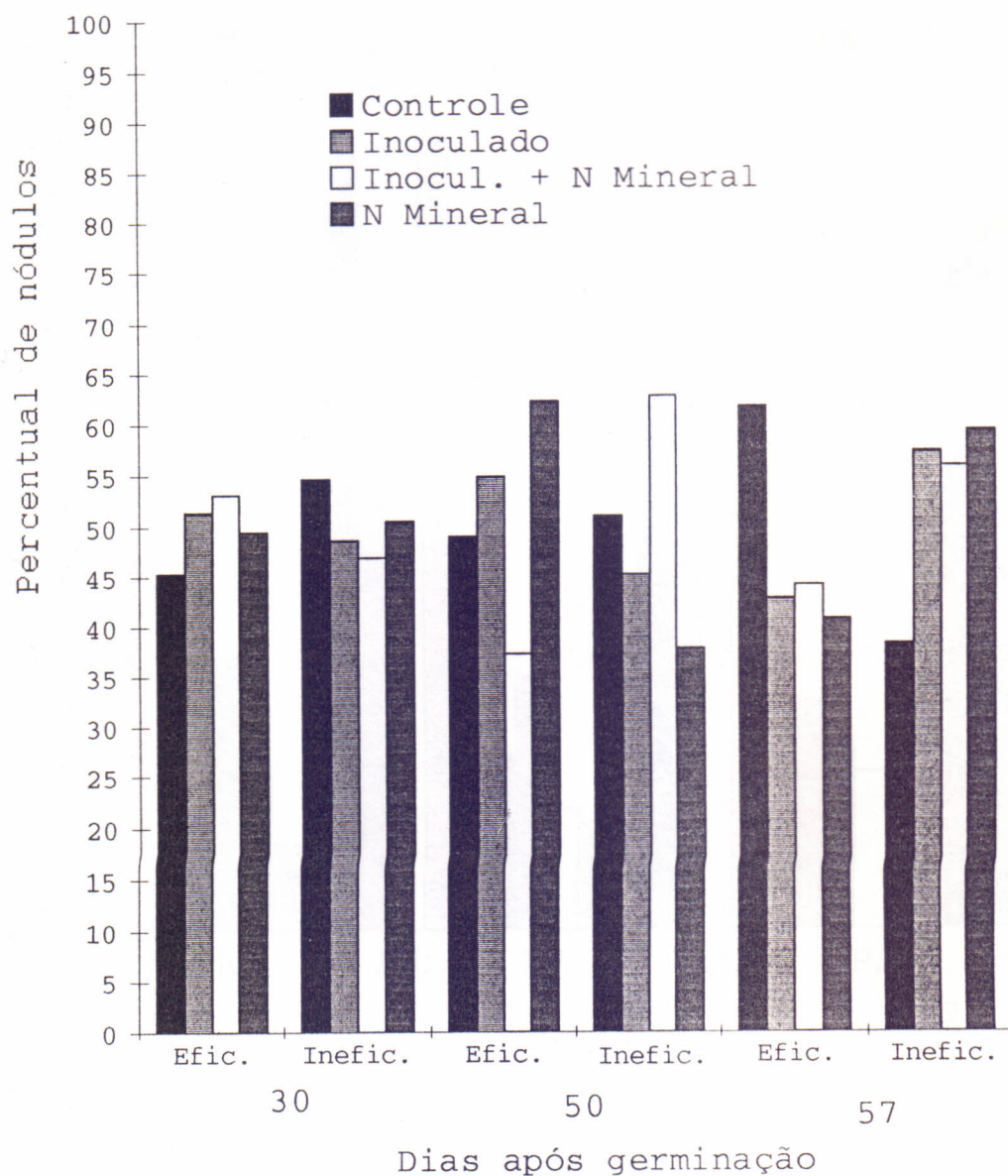


FIGURA 10 - Variações da distribuição relativa dos nódulos eficientes (Efic.) e ineficientes (Inefic.) da cultivar de caupi Epace-10 (Dias após geminação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

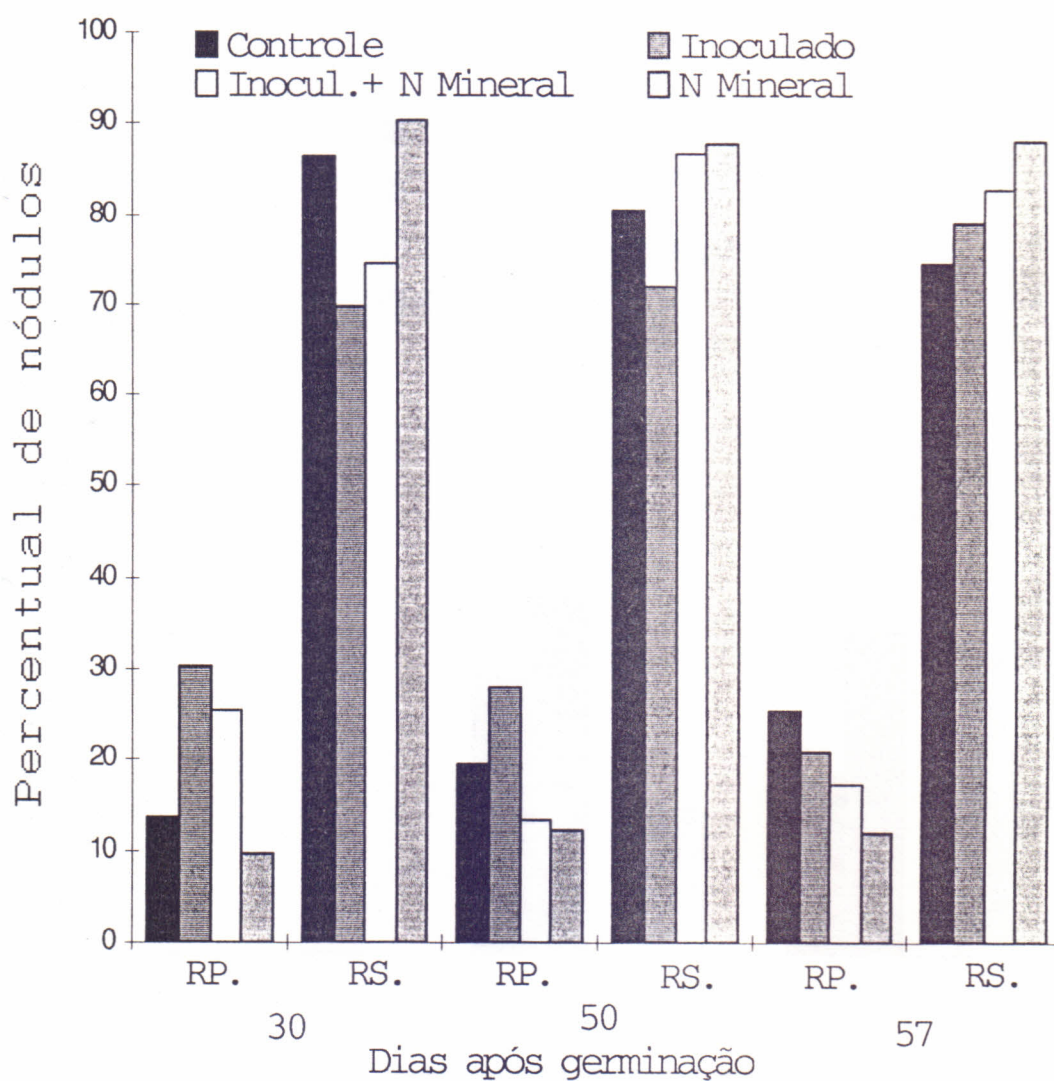


FIGURA 11 - Variações da distribuição relativa do número médio de nódulos na raiz principal (RP.) e nas raízes secundárias (RS.) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

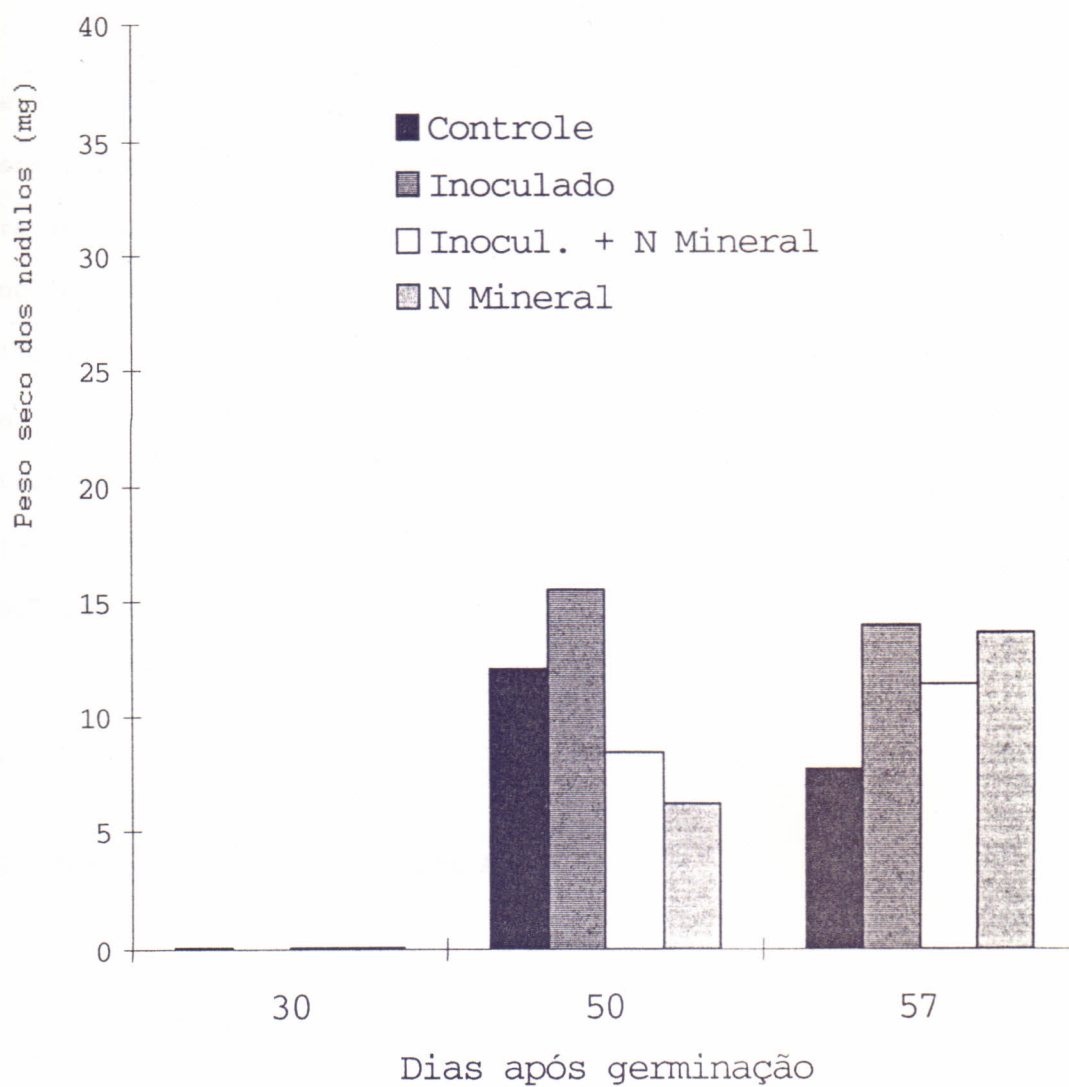


FIGURA 12 - Variações do peso seco médio dos nódulos (mg) da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

Os resultados obtidos pelo Inocul.+ N Mineral, sugerem que adubação mineral nitrogenada utilizada produziu efeitos desfavoráveis sobre o processo de formação de massa nodular, indicado através do peso seco dos nódulos que ficou abaixo do obtido pelo Inoculado aos 50 e 57 DAG; concordando com as observações de RUSCHEL & SAITO (1977) e SAITO *et al.* (1984) citados por ARAÚJO & HENSON (1988) que observaram em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) que um dos estresses nutricionais mais comuns para a fixação simbiótica do N₂ é a inibição causada pela aplicação de nitrogênio mineral, reduzindo a nodulação e a fixação.

4.3 COMPOSIÇÃO MINERAL DA PARTE AÉREA

4.3.1 TEOR DE NITROGÊNIO NA PARTE AÉREA

Os valores do teor de nitrogênio na parte aérea foram determinados aos 30, 50 e 57 DAG (TABELA 11 E FIGURA 13). Os resultados obtidos demonstraram não ocorrer diferença estatística entre os tratamentos nas épocas analisadas.

Os resultados não evidenciam a eficiência da inoculação através da análise do teor de nitrogênio na parte aérea, sendo contrário às observações realizadas por RUSCHEL & RUSCHEL (1975) que, em experimento com feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), realizados em vasos, em casa de vegetação, constataram a eficiência da inoculação através do nitrogênio total na parte aérea em plantas com 50 dias de

TABELA 11 - Valores médios do teor de nitrogênio (% em 100g de matéria seca) na parte aérea, da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	DIAS	APÓS	GERMINAÇÃO
	30	50	57
Controle	3,4 A	3,0 A	2,3 A
Inoculado	3,8 A	3,1 A	2,0 A
Inocul. + N Mineral	4,1 A	2,8 A	2,5 A
N Mineral	3,9 A	3,0 A	2,1 A
MÉDIAS	3,8	3,0	2,2

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

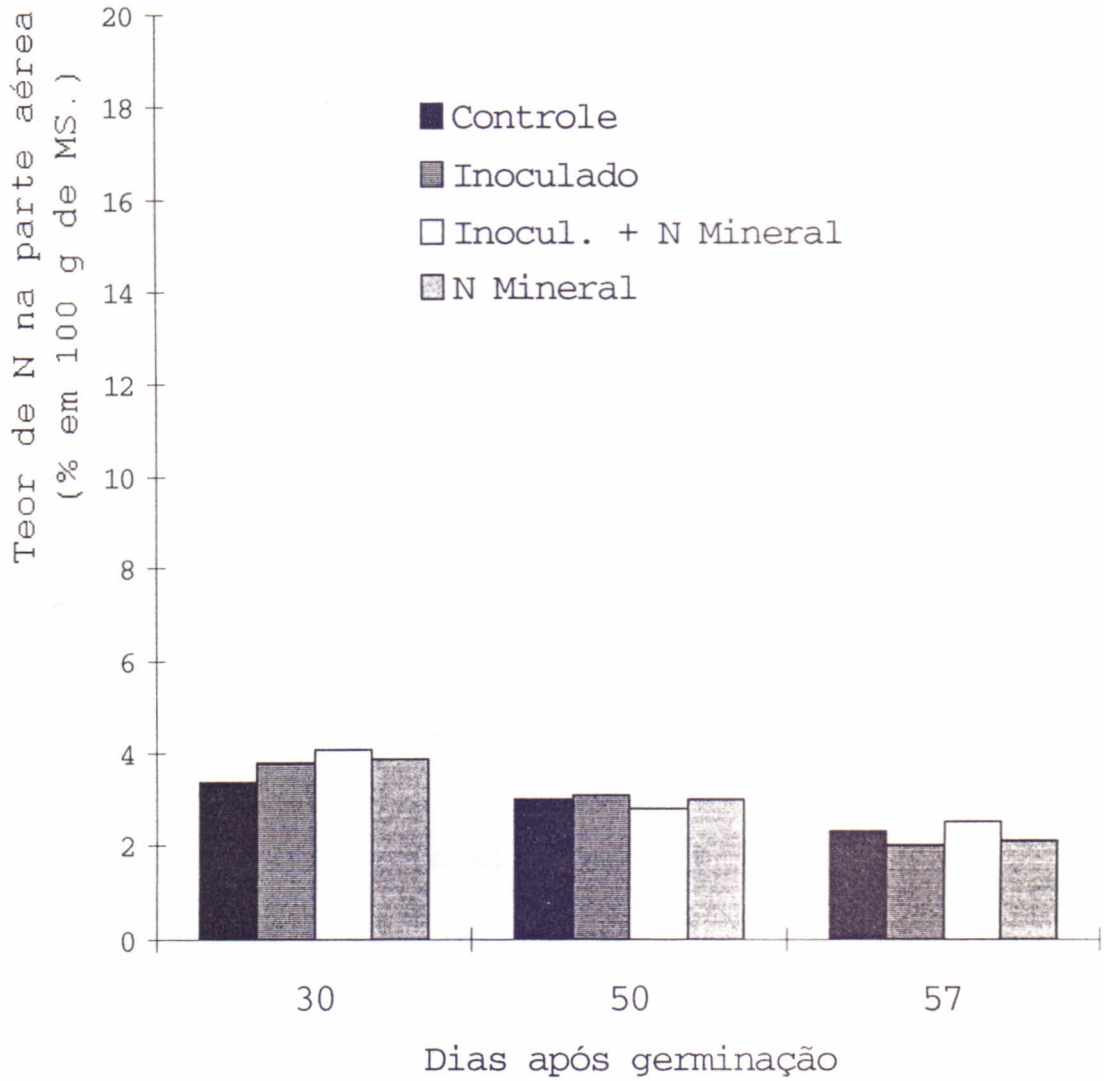


FIGURA 13 - Variações do teor médio de nitrogênio (N) na parte aérea (% em 100g de matéria seca), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

4.3.2 TEOR DE FÓSFORO E POTÁSSIO NA PARTE AÉREA

Os dados referentes aos teores de fósforo e potássio na parte aérea foram determinados aos 30, 50 e 57 DAG e estão expressos nas TABELAS 12 e 13 E FIGURAS 14 e 15.

Pela análise estatística dos dados realizadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, pôde-se observar que não houve diferenças significativas entre os tratamentos. A adubação de fósforo e potássio, procedidas na semeadura, evitou a ocorrência de qualquer deficiência destes elementos minerais ao longo do experimento.

4.4 FASES DE FLORAÇÃO E FORMAÇÃO DE VAGENS

Os valores referentes a duração da fase de floração e formação de vagens (Dias), o número médio total de flores por planta, o número médio total de vagens por planta e o percentual de abscisão, foram analisados para cada tratamento e estão expressos na TABELA 14 E FIGURAS 16, 17, 18 e 19. Observou-se que não ocorreu diferença estatística significativa entre os tratamentos para os referidos parâmetros anteriormente citados.

A duração da fase de floração e formação de vagens variou de 10 dias para o N Mineral até 14 dias para o Inocul.+ N Mineral, que se encontram de acordo com a duração da fase reprodutiva proposta por MAFRA (1979), citado por ARAÚJO et al. (1984) para plantas de caupi de ciclo curto. O Inocul.+ N Mineral apresentou a

TABELA 12 - Valores médios do teor de fósforo(% em 100g de matéria seca) na parte aérea, da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	DIAS	APÓS	GERMINAÇÃO
	30	50	57
Controle	0,22 A	0,18 A	0,14 A
Inoculado	0,24 A	0,17 A	0,16 A
Inocul. + N Mineral	0,29 A	0,21 A	0,17 A
N Mineral	0,27 A	0,18 A	0,16 A
MÉDIAS	0,25	0,18	0,16

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 13 - Valores médios do teor de potássio(% em 100g de matéria seca) na parte aérea, da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTOS	DIAS	APÓS	GERMINAÇÃO
	30	50	57
Controle	3,4 A	2,0 A	1,9 A
Inoculado	3,2 A	2,6 A	2,1 A
Inocul. + N Mineral	3,9 A	2,6 A	2,4 A
N Mineral	4,3 A	2,6 A	2,1 A
MÉDIAS	3,7	2,5	2,1

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula em cada coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

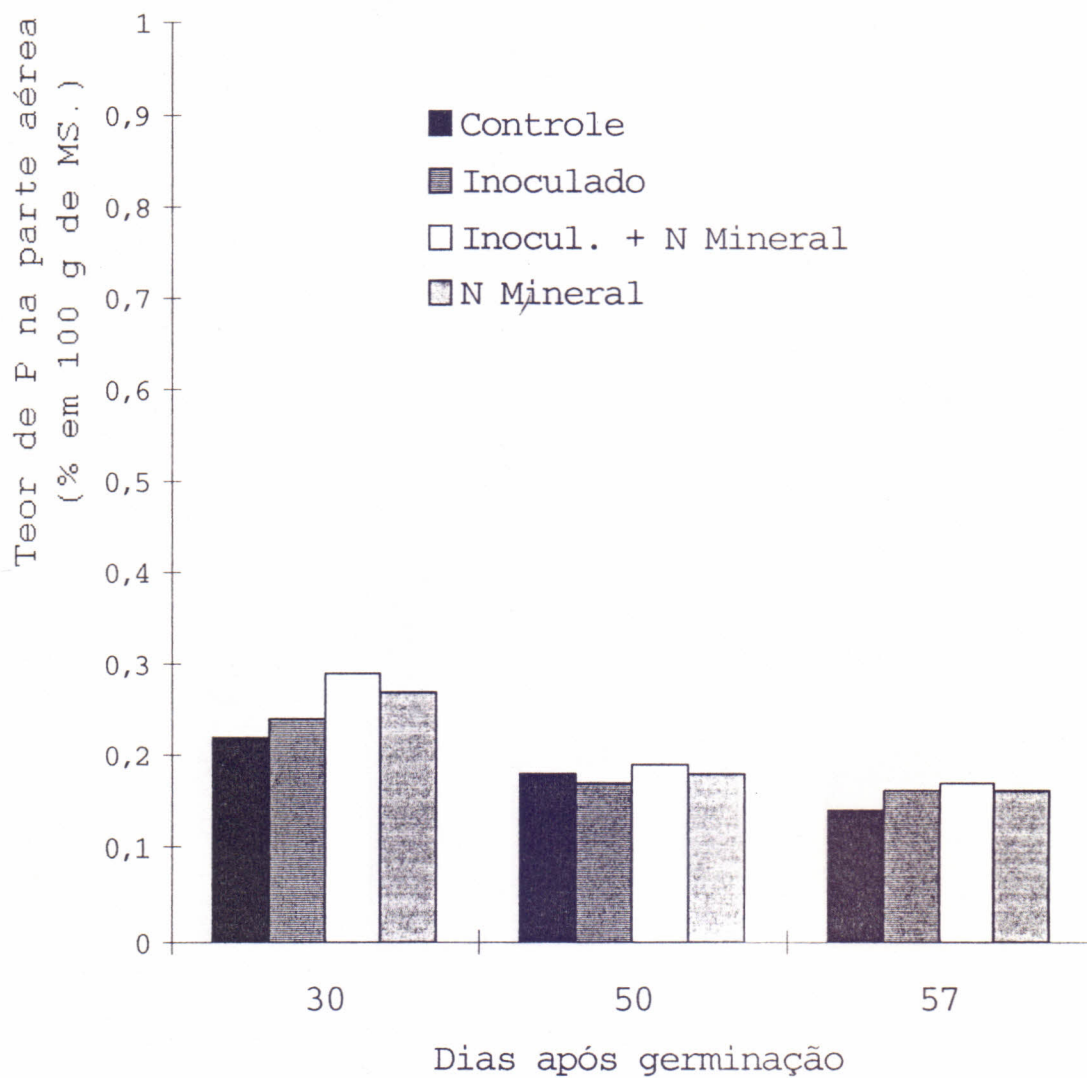


FIGURA 14 - Variações do teor médio de fósforo (P) na parte aérea (% em 100g de matéria seca), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

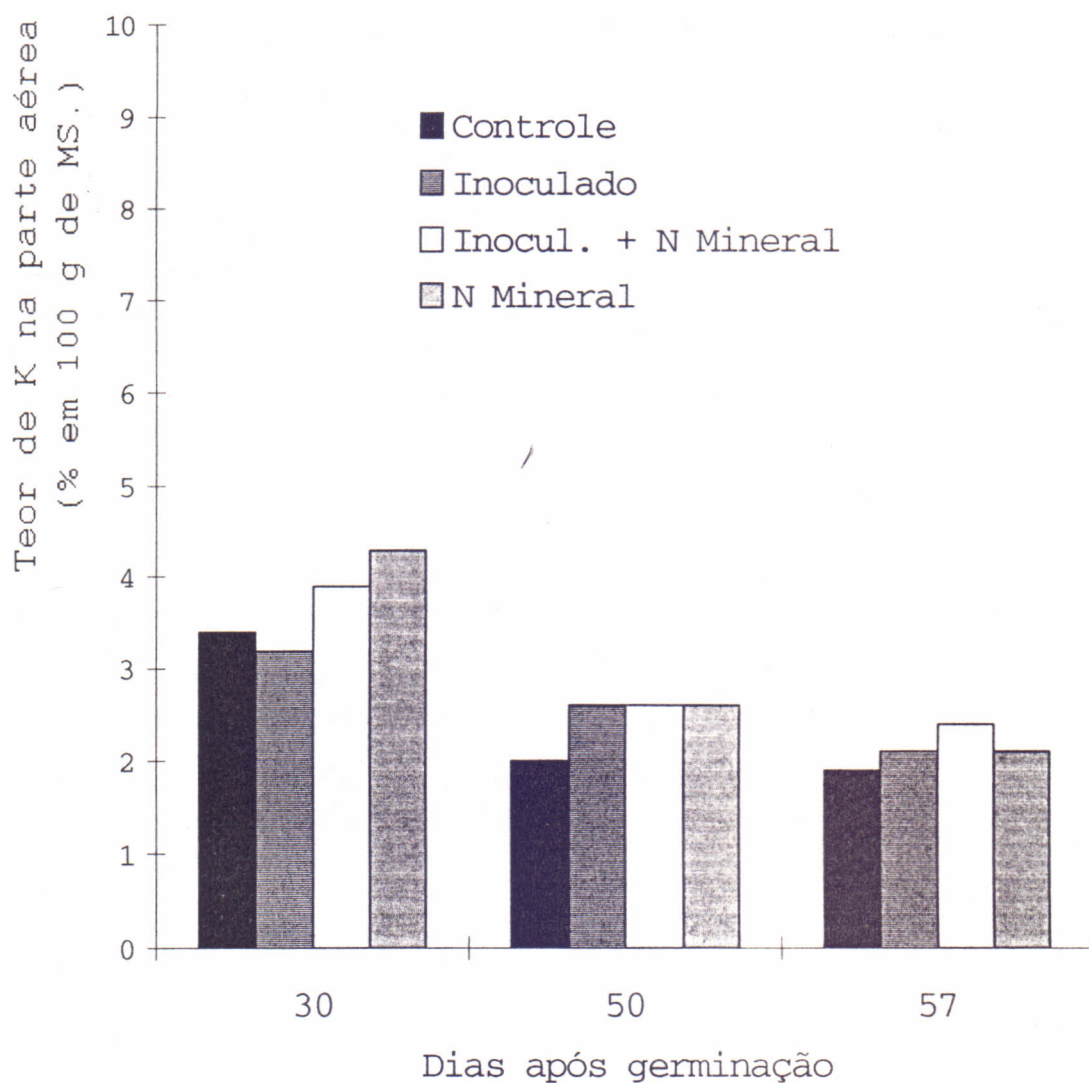


FIGURA 15 - Variações do teor médio de potássio (K) na parte aérea (% em 100g de matéria seca), da cultivar de caupi Epace-10 (dias após germinação), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

TABELA 14 - Fases de floração e formação de vagens da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

Parâmetros analisados	T R A T A M E N T O S			
	Controle	Inoculado	Inocul.+ N Mineral	N Mineral
Duração da fase de floração (dias)*	12	11	14	10
Variação da duração da fase de floração em relação ao controle(%)	100	91,67	116,67	83,33
Número médio total de flores por planta*	50	36	49	29
Variação do número de flores em relação ao controle(%)	100	72	98	58
Número médio total de vagens por planta*	9	7	11	8
Variação do número de vagens em relação ao controle(%)	100	77.7	122.2	88.8
Percentual de abscisão(%)	82.9	80.56	77,55	72,41
Variação do percentual de abscisão em relação ao controle(%)	100	98,24	94,57	88,30

* O parâmetro analisado não apresentou diferença estatística entre tratamentos quando realizado o teste de Tukey ao nível de 5%.

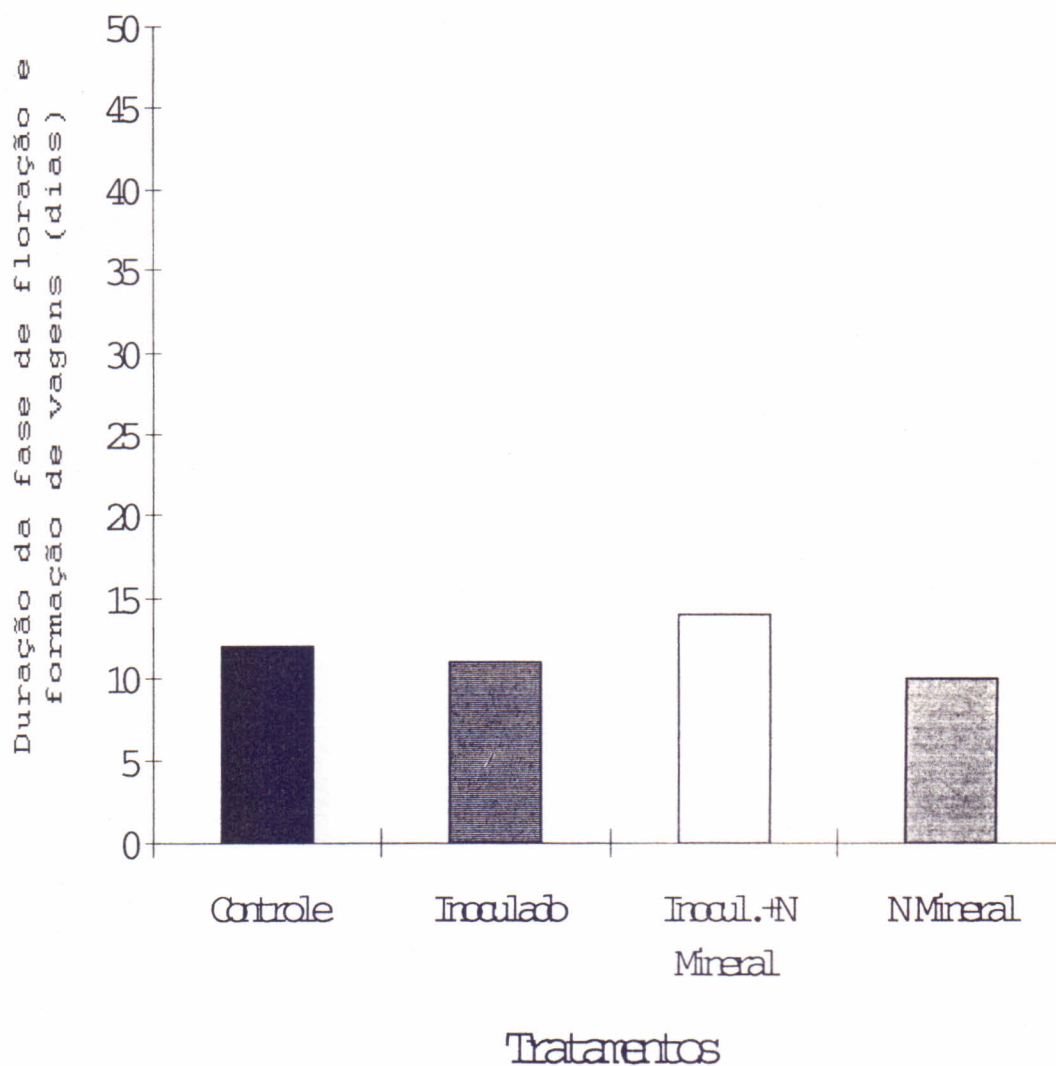


FIGURA 16 - Variações média da duração da fase de floração (dias) da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

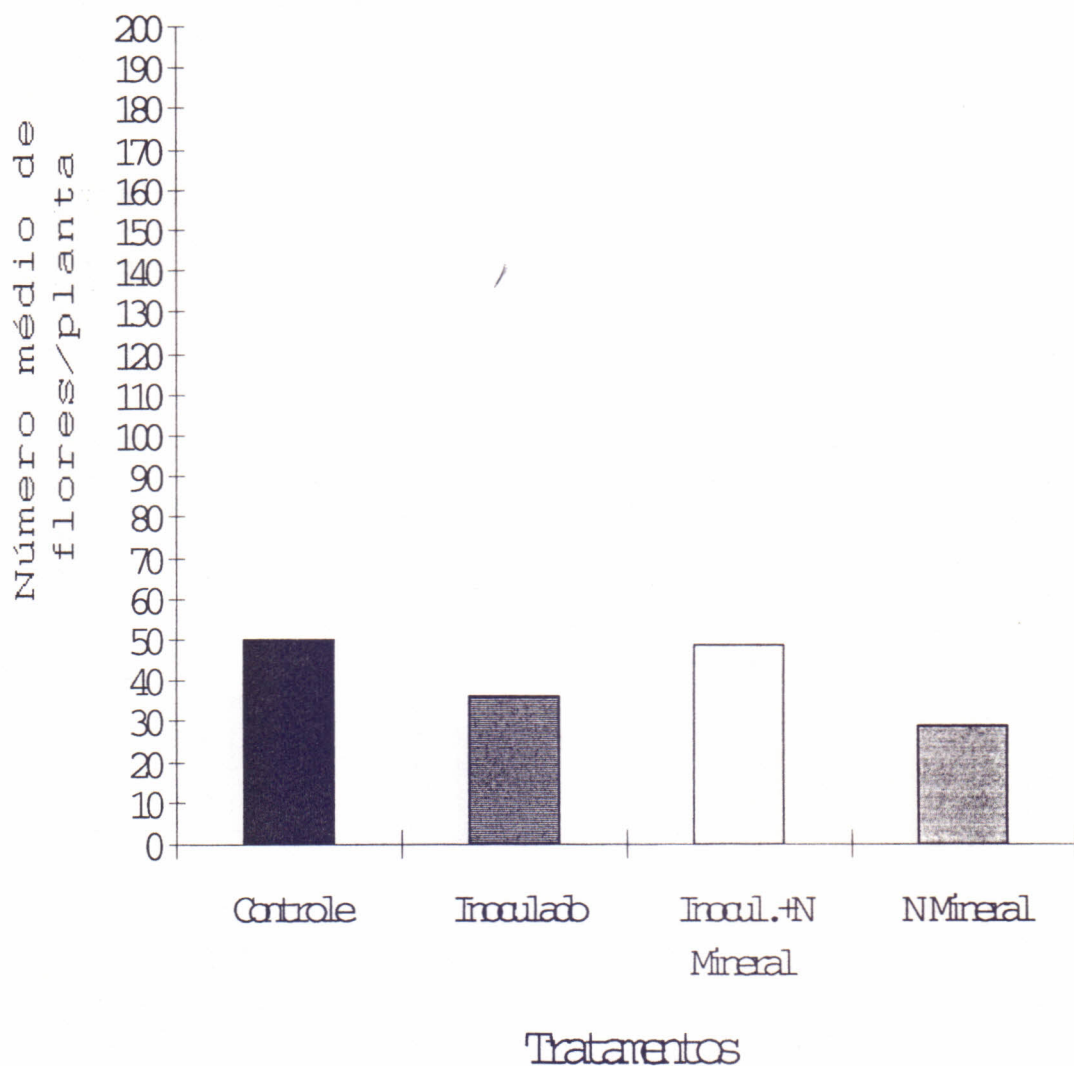


FIGURA 17 - Variações do número médio total de flores por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

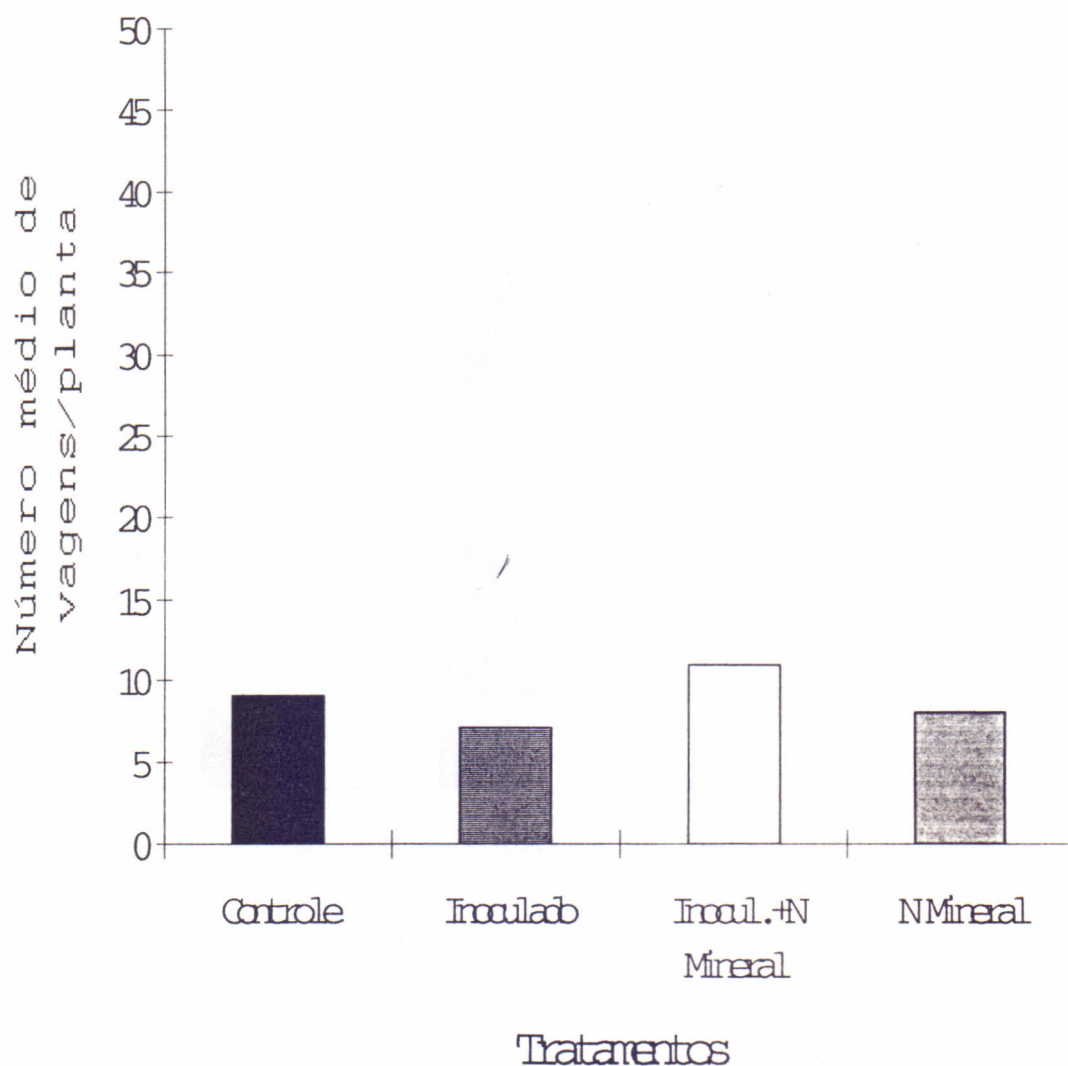


FIGURA 18 - Variações do número médio de vagens por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

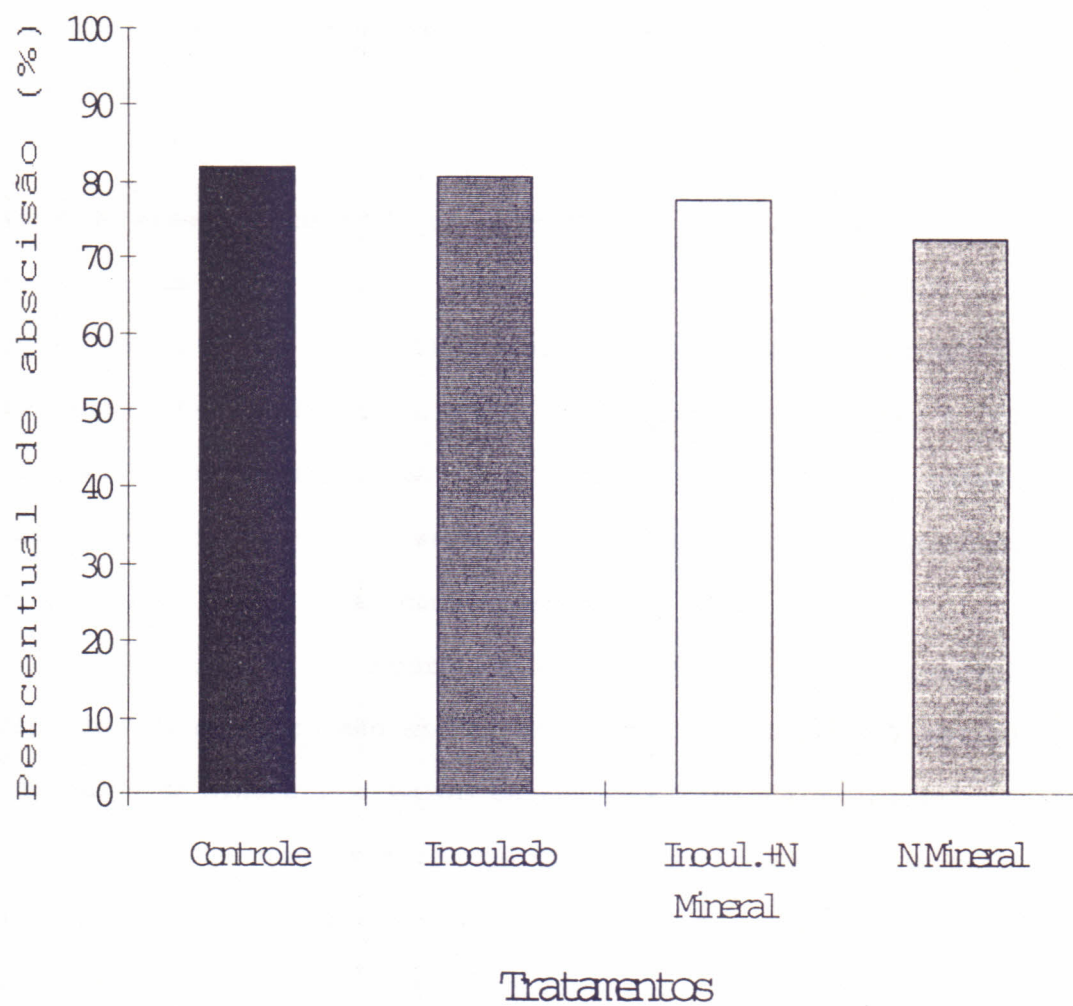


FIGURA 19 - Variações do percentual médio de abscisão (%) de flores por planta da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

tendência de ser superior aos demais, sugerindo que a inoculação não foi prejudicada pela presença do nitrogênio mineral aplicado.

O número médio total de flores por planta variou de 29 para o **N Mineral** até 50 para o **Controle**. Possivelmente o **N Mineral** apresentou um menor número médio total de flores devido à menor duração da fase de floração e formação de vagens. O comportamento observado no **Controle** sugere que o rizóbio nativo favoreceu à formação de um maior número de flores, ou à planta no intuito de perpetuação da espécie, destinou suas reservas nutricionais para a produção de flores, possibilitando tal comportamento.

Quanto ao número médio total de vagens por planta, este variou de 7,0 no **Inoculado** até 11 no **Inocul.+ N Mineral**, sugerindo que no **Inocul.+ N Mineral**, a maior duração da fase de floração pode ter possibilitado um maior número médio total de flores por planta, que conseqüentemente se refletirá num maior número médio total de vagens por planta.

O percentual de abscisão variou de 72,41% no **N Mineral** até 82% no **Controle**. Este comportamento do **N Mineral** sugere que o caupi, quando adubado com nitrogênio mineral isoladamente, mesmo podendo ter apresentado simbiose com o rizóbio nativo, pode favorecer a um menor percentual de abscisão; a menor duração da fase de floração e formação de vagens, possivelmente possibilitou um menor número médio total de flores capazes de se converterem em vagens, com maior capacidade de permanência na planta, usufruindo de uma melhor distribuição de reservas nutricionais para estes referidos órgãos. No caso do **Controle**, o maior número médio total de flores por planta parece que favoreceu o comportamento observado no percentual de abscisão do referido tratamento, ou seja, a planta por não suportar um

grande número de flores dirigiu suas reservas nutricionais para um determinado número de flores provocando assim a queda das flores consideradas excedentes.

4.5 PARÂMETROS DE PRODUÇÃO

4.5.1 NÚMERO MÉDIO DE VAGENS POR PLANTA

Os dados referentes ao número médio de vagens por planta estão expressos na TABELA 15 E FIGURA 20. Pela análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; pôde-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

O número médio de vagens por planta variou de 7,25 no Controle até 12,00 no N Mineral. A tendência de ser superior aos demais do N Mineral, sugere um comportamento discordante do constatado por RUSCHEL & SAITO (1977) em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) que observaram maior produção de vagens quando realizava-se a inoculação. O favorecimento do número médio de vagens no N Mineral também sugere que o nitrogênio mineral aplicado não prejudicou o desenvolvimento do rizóbio nativo, pois neste referido tratamento, foi constatada a presença de nódulos eficientes capazes de fornecer nitrogênio para a cultura.

TABELA 15 - Valores dos parâmetros de produção da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

Parâmetros analisados	T R A T A M E N T O S			
	Controle	Inoculado	Inocul. + N Mineral	N Mineral
Número médio de vagens/planta*	7,25	10,00	10,00	12,00
Número médio de vagens bem formadas*	5,25	6,75	6,25	7,50
Número médio de grãos por vagem por planta*	12,75	10,25	11,75	11,50
Tamanho médio das vagens/planta (cm)*	18,45	16,88	18,45	18,23
Peso médio de 100 grãos (g)	18,93	20,3	19,70	17,13
Peso médio de grãos/planta (g)	15,83	20,55	21,90	23,03
Peso médio do pericarpo/planta (g)	3,78	4,68	4,85	5,30
Produção total de grãos por área (kg/ha)	1622,25	1789,75	1971,75	2211,25

* Os valores dos parâmetros foram transformadas (\sqrt{X}) para realização do teste de médias realizado pelo método de Tukey.

** Todos os parâmetros de produção analisados não apresentaram diferença estatística para o teste de Tukey ao nível de 5%.

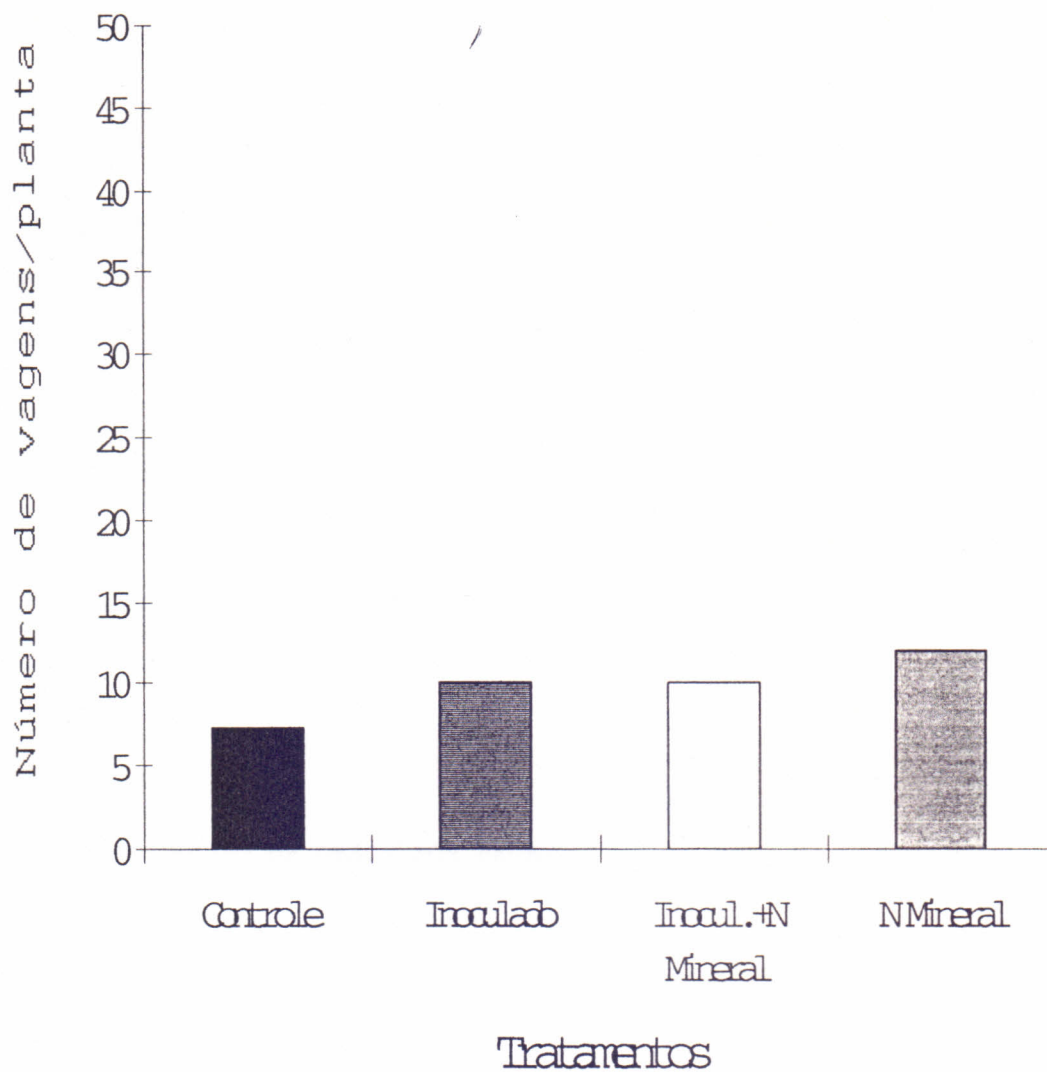


FIGURA 20 - Variações do número médio de vagens da cultivar de caupi Epace-10, quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

4.5.2 NÚMERO DE VAGENS BEM FORMADAS POR PLANTA

Os valores referentes ao número médio de vagens bem formadas estão expressos na TABELA 15 E FIGURA 21. A análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, mostrou não ocorrer diferença significativa entre os tratamentos.

Os valores do número médio de vagens bem formadas variou de 5,25 para o Controle até 7,50 para o N Mineral. Tal comportamento pode ter ocorrido devido ao maior número médio de vagens por planta observada no referido tratamento.

4.5.3 NÚMERO MÉDIO DE GRÃOS POR VAGEM

Os valores referentes ao número médio de grãos por vagem estão expressos na TABELA 15 E FIGURA 22. A análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, mostrou não ocorrer diferença significativa entre os tratamentos.

O número médio de grãos por vagem variou de 10,25 no Inoculado até 12,75 no Controle. O Controle, apesar de tender à inferioridade nos dois parâmetros anteriormente citados, mostrou uma recuperação no número médio de grãos por vagem, sugerindo que o rizóbio nativo que o infectou, foi capaz de fornecer nitrogênio suficiente, a ponto de possibilitar tal comportamento.

No entanto, deve-se destacar que FERY (1985) citado por FERREIRA (1992), observou que em termos genéticos o número de grãos

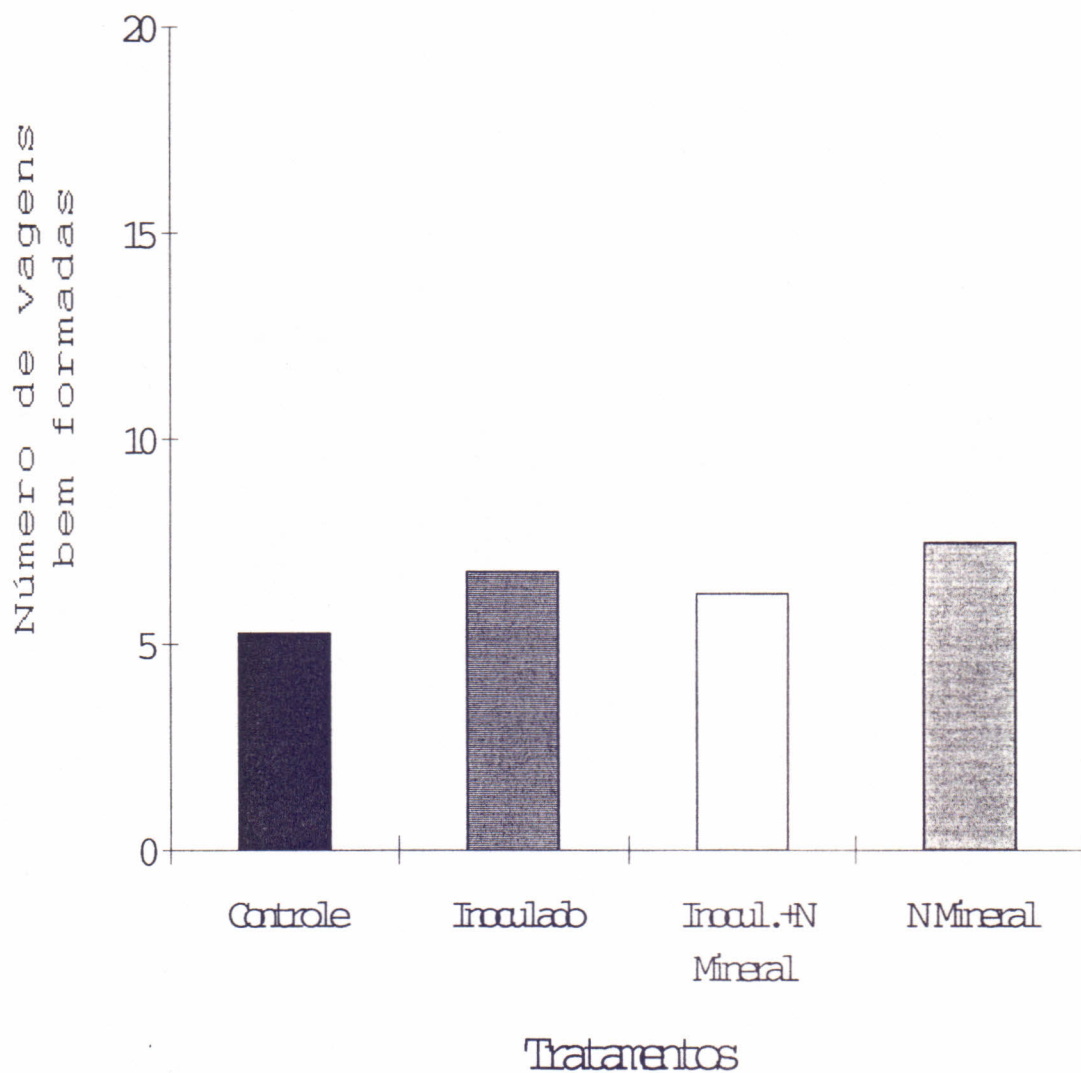


FIGURA 21 - Variações do número médio de vagens bem formadas da cultivar de caupi (Epace-10), quando submetida a tratamentos de diferentes fontes de nitrogênio.

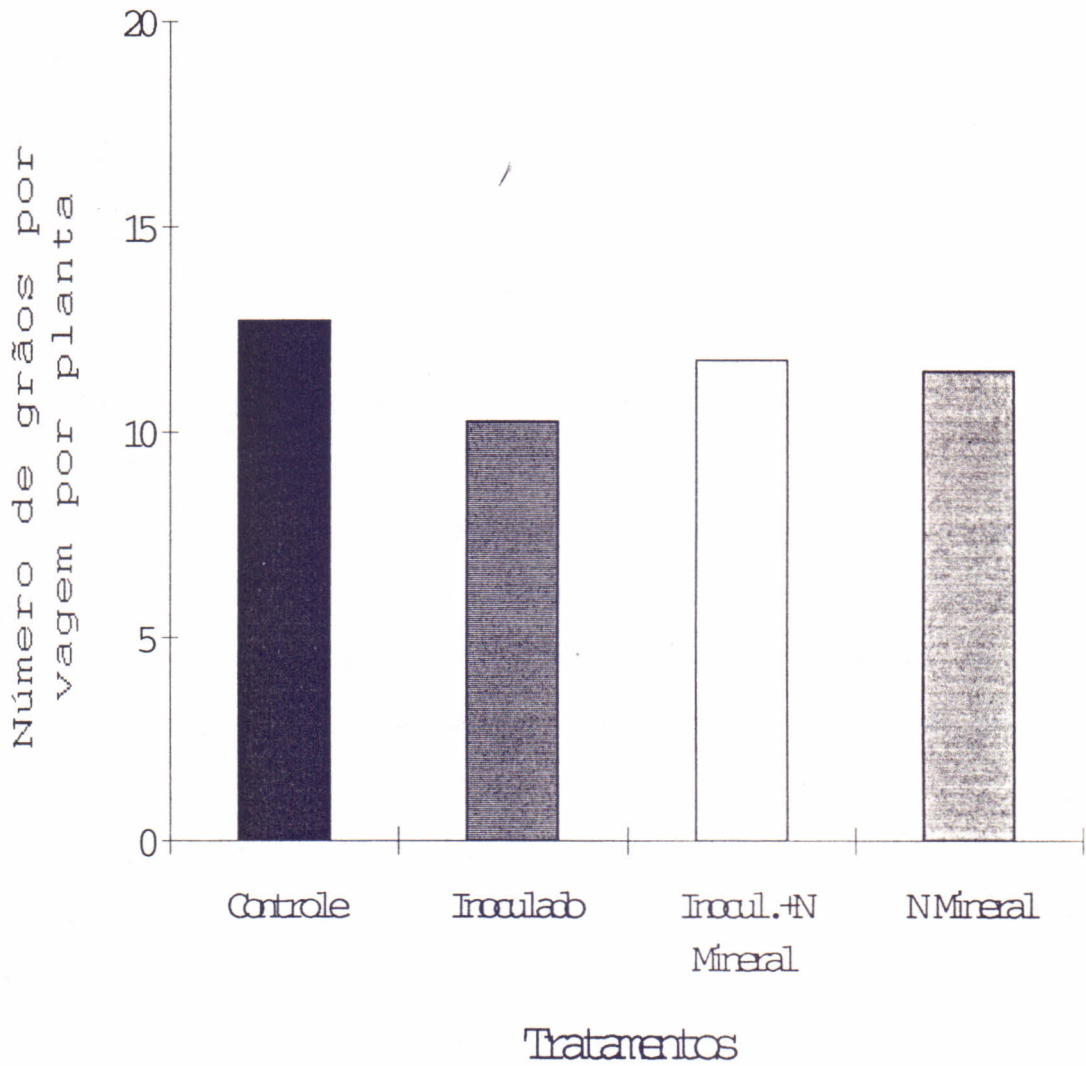


FIGURA 22 - Variações do número médio de grãos por vagem da cultivar de caupi (Epace-10), quando submetida a tratamentos de diferentes fontes de nitrogênio.

por vagem tem heritabilidade moderada para a maioria das condições ambientais, com uma estimativa média de 52,8%, o que nos leva a sugerir que as variações obtidas devido aos tratamentos aplicados, são consideradas normais e dentro do esperado.

4.5.4 TAMANHO MÉDIO DAS VAGENS POR PLANTA

Os valores referentes ao tamanho médio das vagens por planta (cm) estão expressos na TABELA 15 E FIGURA 23. A análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, mostrou não ocorrer diferença significativa entre os tratamentos.

O tamanho médio das vagens variou de 16,88 cm para o Inoculado até 18,45 cm para o Controle e para o Inocul.+ N Mineral. Esta pouca variação no comprimento das vagens dos tratamentos aplicados são concordantes com as observações de FERREIRA (1992) que constatou que o comprimento das vagens de quatro cultivares de caupi estudadas era uma característica genética que se mostrava pouco influenciada pelas variações ambientais.

4.5.5 PESO MÉDIO DE 100 GRÃOS

Os valores referentes ao peso médio de 100 grãos (g) estão expressos na TABELA 15 E FIGURA 24. A análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, mostrou não ocorrer diferença significativa entre os tratamentos.

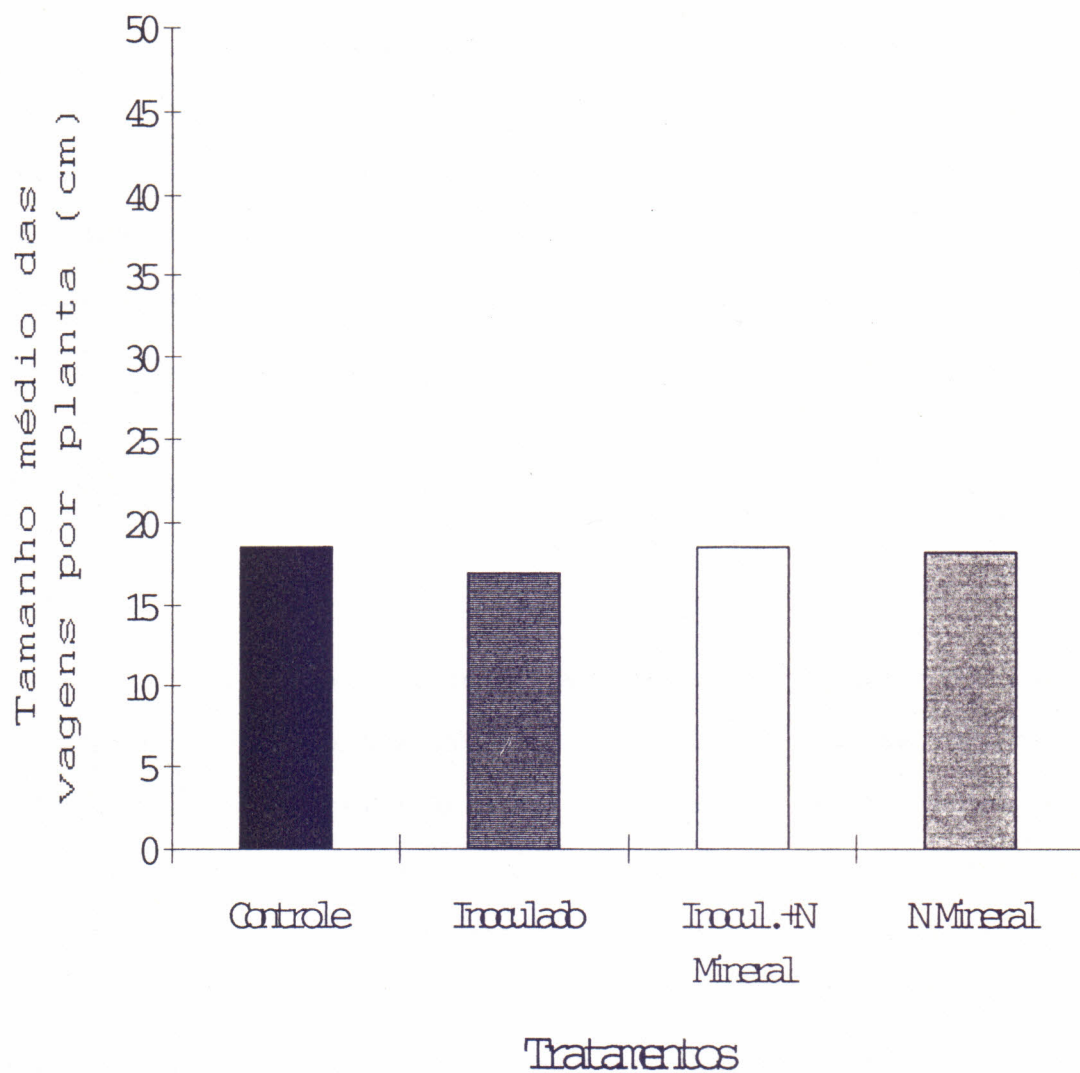


FIGURA 23 - Variações do tamanho médio das vagens (cm) da cultivar de caupi (Epace-10), quando submetida a tratamentos de diferentes fontes de nitrogênio.

O peso médio de 100 grãos variou de 17,13 g para o **N Mineral** até 20,3 g para o **Inoculado**, este comportamento sugere que o **Inoculado** foi sutilmente favorecido devido à inoculação, compensando possivelmente o menor número médio de grãos por vagem, com um maior peso médio de 100 grãos.

4.5.6 PESO MÉDIO DE GRÃOS POR PLANTA

Os valores referentes ao peso médio de grãos por planta (g) estão expressos na TABELA 15 E FIGURA 25. A análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade mostrou não ocorrer diferença significativa entre os tratamentos.

O peso médio de grãos por planta variou de 15,83 g para o **Controle** até 23,03 g para o **N/Mineral**. A tendência observada neste último de superar aos demais parece ter ocorrido devido ao maior número médio de vagens por planta e também ao maior número de vagens bem formadas, apesar de não ter apresentado o maior número médio de grãos por vagem. O comportamento observado sugere que o nitrogênio mineral aplicado ao solo parece favorecer isoladamente ou em conjunto com o rizóbio nativo existente no solo, o parâmetro em questão, o que nos leva a concordar com BORBA FILHO (1978), que observou que a adubação nitrogenada parecia favorecer o processo simbiótico do caupi, superando o efeito da inoculação.

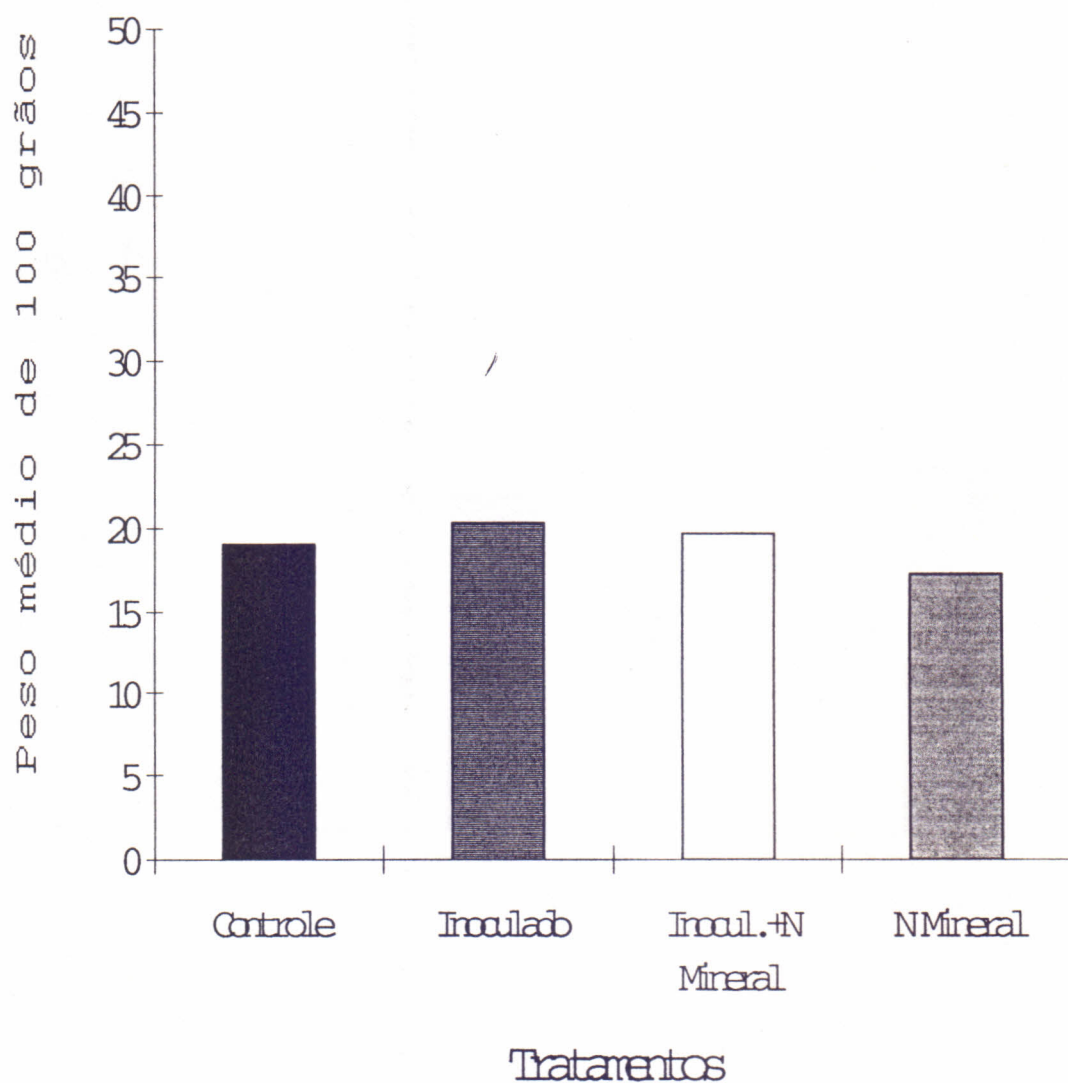


FIGURA 24 - Variações do peso seco médio de 100 grãos (g) da cultivar de caupi (Epace-10), quando submetida a tratamentos de diferentes fontes de nitrogênio.

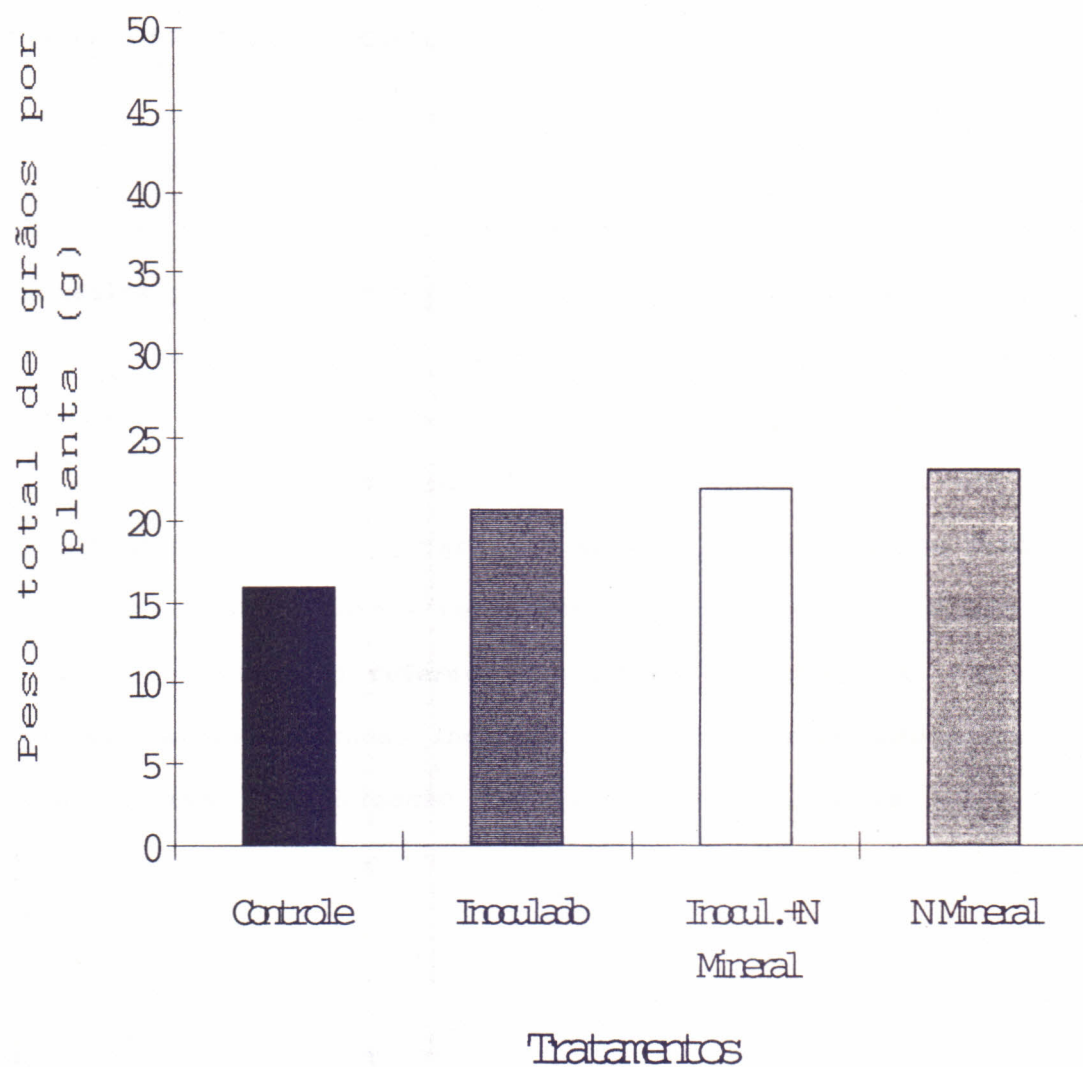


FIGURA 25 - Variações do peso médio de grãos (g) da cultivar de caupi (Epace-10), quando submetida a tratamentos de diferentes fontes de nitrogênio.

4.5.7 PESO MÉDIO DO PERICARPO POR PLANTA

Os valores referentes ao peso médio do pericarpo por planta (g) estão expressos na TABELA 15 E FIGURA 26. A análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, mostrou não ocorrer diferença significativa entre os tratamentos.

O peso médio do pericarpo por planta variou de 3,78 g para o Controle até 5,30 g para o N Mineral. A tendência do N Mineral em superar os demais parece ter ocorrido devido ao maior número médio de vagens, obtido pelo referido tratamento ou também por ter obtido maior peso médio de grãos, indicando que as reservas nutricionais da planta na fase de formação de vagens são dirigidas para estes referidos órgãos.

4.5.8 PRODUÇÃO TOTAL DE GRÃOS

Os valores referentes a produção total de grãos (kg/ha) estão expressos na TABELA 15 E FIGURA 27. A análise estatística realizada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade mostrou não ocorrer diferença significativa entre os tratamentos.

A produção total de grãos variou de 1622,25 kg/ha para o Controle até 2211,25 kg/ha para o N Mineral. O comportamento do Controle pode ter sido reflexo de um menor número de vagens por planta ou decorrente de uma menor área foliar e/ou de um menor peso seco da parte aérea que são considerados parâmetros críticos para a produção.

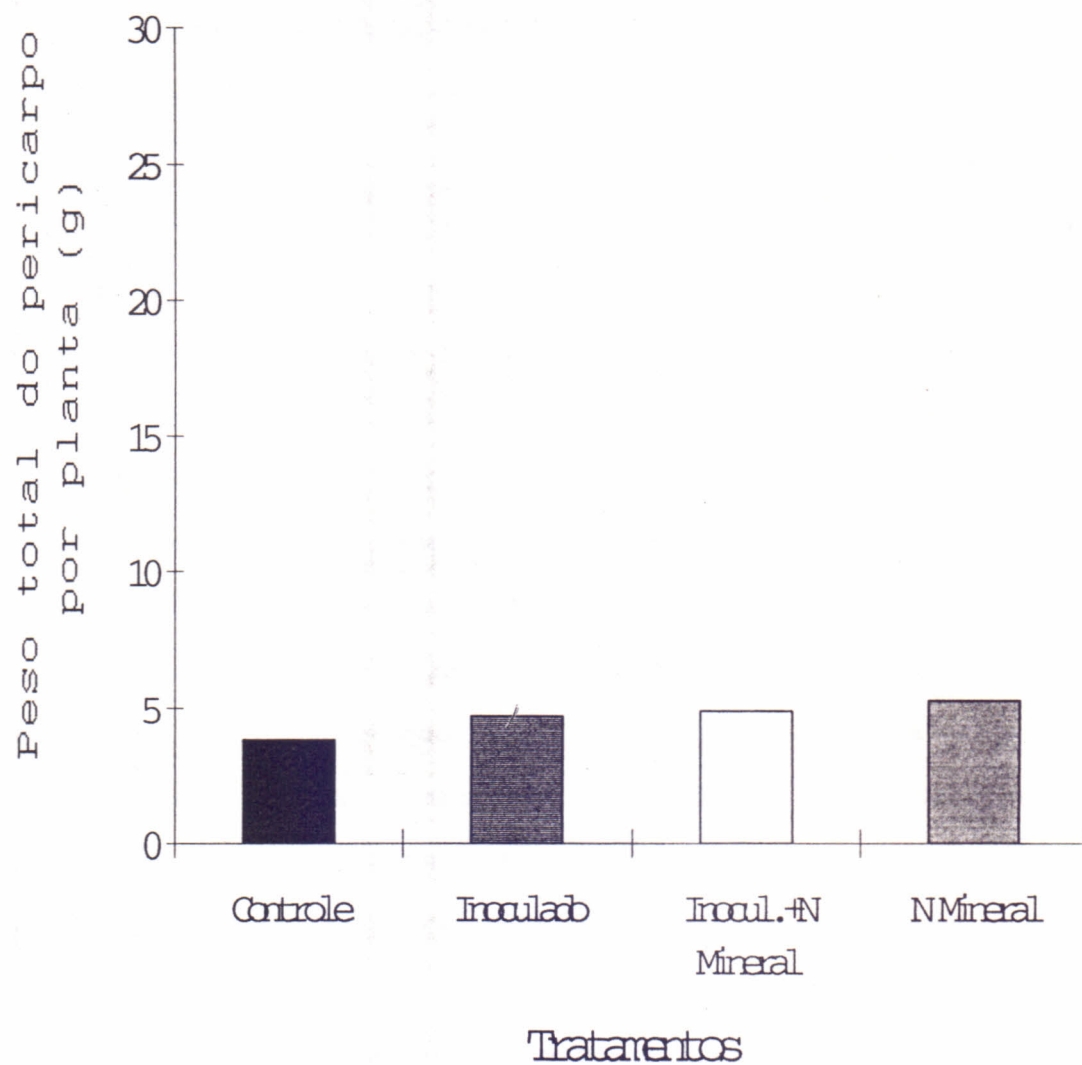


FIGURA 26 - Variações do peso médio total do pericarpo (g) da cultivar de caupi (Epace-10), quando submetida a tratamentos de diferentes fontes de nitrogênio.

No caso do **N Mineral**, a tendência de um maior número de vagens por planta, um maior número de vagens bem formadas e um maior peso médio de grãos por planta, parece ter favorecido o referido tratamento.

Os dados poderiam sugerir que fosse desnecessária a aplicação da adubação nitrogenada, da inoculação ou ambos, concordando com trabalhos realizados no Estado do Ceará, em caupi por VASCONCELOS et al. (1976a, 1976b, 1977a, 1977b e 1978). Resultados semelhantes foram obtidos por RUSCHEL & SAITO (1977) que observaram aumentos na produção tanto nos tratamentos nos quais o nitrogênio mineral era adicionado ao solo, como nos submetidos à inoculação. No entanto, os dados obtidos no presente trabalho sugerem que o tratamento **N Mineral** induziu uma maior produção total de grãos por área devido ao favorecimento da ação simbiótica das estirpes de rizóbio nativas presentes no solo, o que concorda com BORBA FILHO (1978), que sugeriu que a adubação nitrogenada favorecia o processo simbiótico do caupi. O referido efeito não foi observado no Inocul.+ **N Mineral**, que obteve uma produção de grãos/área 10,8% abaixo da obtida pelo **N Mineral**.

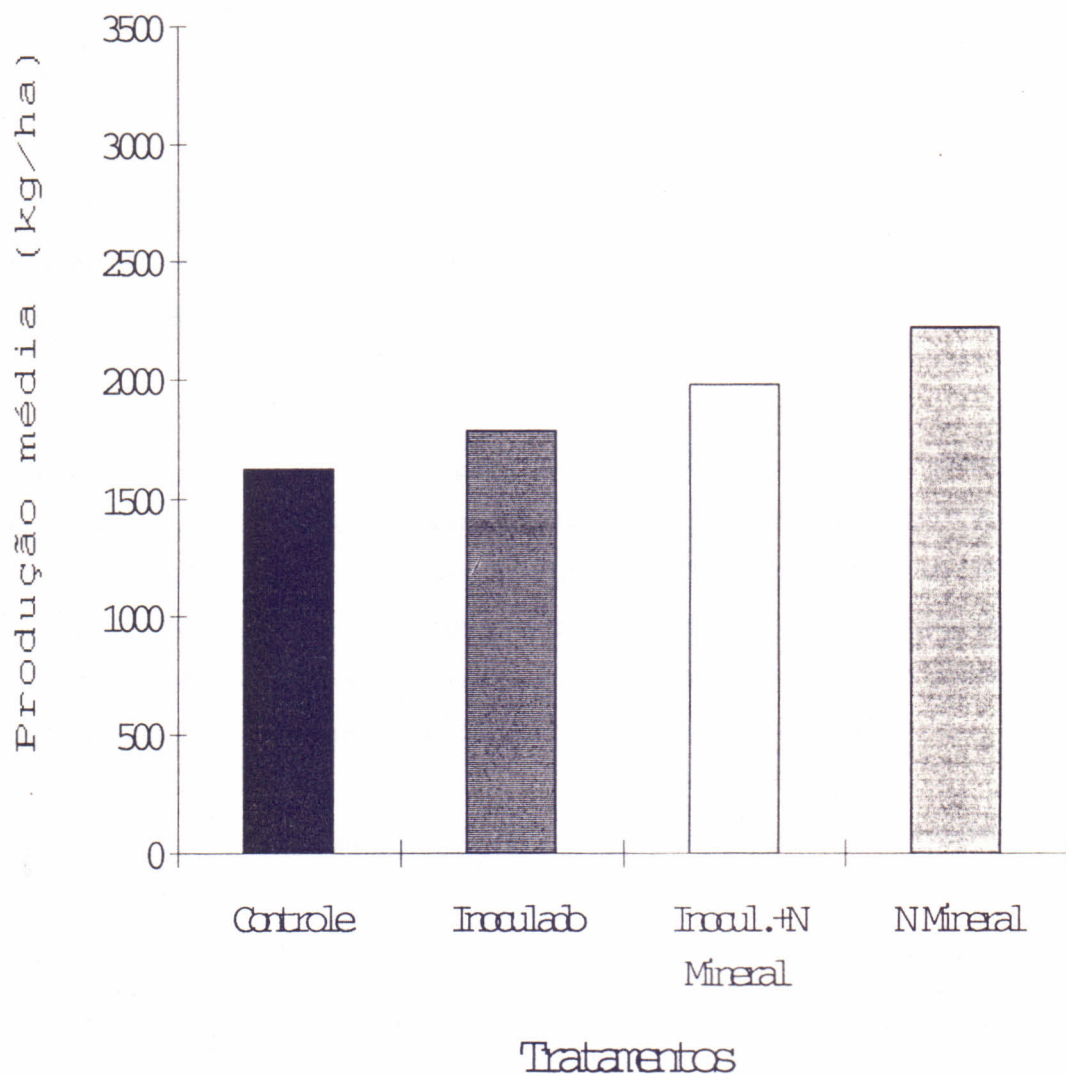


FIGURA 27 - Variações da produção média total de grãos por planta por área (kg/ha) da cultivar de caupi (Epace-10), quando submetida a diferentes fontes de nitrogênio.

5- CONCLUSÕES :

Com base nos resultados obtidos, podem ser tiradas as conclusões a seguir discriminadas, válidas para as condições sob as quais foi conduzido o experimento.

- A) Aos 30 DAG a área foliar, o peso seco da parte aérea e o peso seco das raízes, não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos. Resposta similar foi observada aos 50 DAG para a área foliar e o peso seco das raízes, indicando que a cultivar em questão não foi influenciada pela fonte de nitrogênio a sua disposição, no que se refere aos parâmetros avaliados.
- B) A área foliar do **Inoculado** (42,5 dm²) tendeu a ser superior aos demais aos 57 DAG, apesar de diferir de forma significativa unicamente do **Controle** (23,3 dm²). Esta resposta sugere que o rizóbio inoculado possibilitou maior área foliar mais tardiamente.
- C) Aos 50 DAG, o peso seco da parte aérea do **Inoculado + N Mineral** (36,3 g) tendeu a ser superior aos demais, diferindo de forma significativa somente do **Controle** (13,5 g). Já aos 57 DAG, o **Inoculado** (47,9 g) diferiu estatisticamente e foi superior ao **Controle** (25,3 g) e ao **Inoculado + N Mineral** (30,3 g), não diferindo estatisticamente do **N Mineral** (43,6 g).
- D) O peso seco das raízes, aos 57 DAG, apresentou o **Inoculado** (2,20 g) estatisticamente igual ao **N Mineral** (2,18 g), os quais foram significativamente superiores aos tratamentos **Controle** (1,33 g) e **Inoculado + N Mineral** (1,23 g).

- E) Aos 30 e 57 DAG, os tratamentos não apresentaram diferença estatística para a relação parte aérea/raízes. No entanto, aos 50 DAG, o Inoculado + N Mineral (19,0) foi superior ao Inoculado (13,5) e ao N Mineral (15,6), embora só tenha diferido estatisticamente do Controle (9,8).
- F) Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea, nas três épocas analisadas não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos.
- G) Os parâmetros referentes as fases de floração e formação de vagens (duração, número de flores/planta, número de vagens/planta e percentual de abscisão) não foram influenciados pela fonte de nitrogênio a disposição da cultura em nenhum dos tratamentos, pois os mesmos não apresentaram diferença estatística.
- H) Os parâmetros de produção (número de vagens/planta, número de vagens bem formadas, número de grãos/vagem, tamanho das vagens/planta, peso de 100 grãos, peso total de grãos/planta, peso do pericarpo/planta, produção total/área) não foram influenciados pelas fontes de nitrogênio utilizadas, pois os tratamentos não apresentaram diferença estatística.
- I) A época mais apropriada para a coleta de dados e sua análise com respeito a nodulação, seria aos 50 DAG.
- J) Comprovou-se a existência de uma população rizobiana nativa capaz de nodular e fixar o nitrogênio atmosférico, comprovando a característica de promiscuidade da cultivar de caupi utilizada.

6 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, R.T. VASCONCELOS, I. SALES, F.J.M. Efeito de inseticidas organossintéticos sobre o complexo Rhizobium japonicum-Glomus mosseae e no crescimento, produção de frutos e na nodulação da soja, Glycine max (L.) Merrill. **Ciê. Agron.**, Fortaleza, v.16, n.2, p.1-5, 1985.
- ARAÚJO, J.P.P.de, RIOS, G.P., WATT, E.E., et al.; **Cultura do caupi, Vigna unguiculata (L.) Walp**: descrição, recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1984. p.82. (Circular técnica, 18).
- ARAÚJO, R.S., HENSON, R.A. Fixação biológica do nitrogênio. In: ZIMMERMANN, M.J. de O., ROCHA, M., YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do fosfato, 1988. 589 p. p.213-227.
- ARAÚJO, R.S. Fixação biológica do nitrogênio em feijão. In: ARAÚJO, R.S., HUNGRIA, M. **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília: EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão/Centro Nacional de Pesquisa da Soja. 1994. 236p., p.91-120.
- ARRUDA, N.B., DOBEREINER, J., GERMER, C.M. Inoculação, adubação nitrogenada e revestimento calcário em três variedades de soja (Glycine max (L.) Merrill). **Pesq. Agropec. Bras.**, Rio de Janeiro, v.3, p.201-205, 1968.
- BARRETO, P.D., DYNIA, J.F. Sistemas de produção de caupi em monocultura no trópico semi-árido brasileiro. In: ARAÚJO, J.P.P. de, WATT, E.E. **O caupi no Brasil**. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 1988. 695p. p.385-404.

- BORBA FILHO, A.B. Efeitos da fertilização e da inoculação na fixação simbiótica do nitrogênio pelo feijão-de-corda (Vigna sinensis (L.) Savi). Fortaleza, 1978. 50p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, 1978.
- BRADY, N.C. **Natureza e propriedades do solo**. 5.ed. Tradução por: Antônio B. Neiva Figueiredo Filho. Rio de Janeiro: FREITAS BASTOS, 1979. 647p. cap.16: Aspectos econômicos do enxofre e do nitrogênio dos solos. Tradução de : The nature and proprieties of soils.
- BRAGA, N.R., VIEIRA, R.F., RAMOS, J.A. de O. A cultura do grão-de-bico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.49, 1992.
- CARDOSO, A.A., FONTES, L.A.N., VIEIRA, C. Efeito de fontes e doses de adubo nitrogenada sobre a cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.25, n.139, p.292-295, 1978.
- DOBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em gramíneas tropicais, **Interciência**, v.4, n.4, p.200-205, 1979.
- EPACE/EMATERCE. Sistema de produção para feijão-de-corda irrigado e de sequeiro. Fortaleza: [s.n.], 1993. 23p.
- FERREIRA, L.G.R. Avaliação das respostas fisiológicas e de produtividade biológica de cultivares de caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) sob diferentes regimes hídricos. Fortaleza, 1992. 102p. Tese (Concurso de professor titular). Universidade Federal do Ceará, 1992.
- FERREIRA, L.G.R., MENDES FILHO, P.F., ALBUQUERQUE, I.M. de. **Fixação simbiótica em caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) em função do deficit hídrico**. Fortaleza: UFC, 1994, 20f..
- FRANCO, A.A., DOBEREINER, J. Especificidade hospedeira na simbiose com Rhizobium-feijão e influência de diferentes nutrientes. **Pesq. Agropec. Bras.** Rio de Janeiro, v.2, p.467-474, 1967.

- FRANCO,A.A., DOBEREINER,J. Interferência de cálcio e nitrogênio na fixação simbiótica do nitrogênio por duas variedades de Phaseolus vulgaris L.. Pesq. Agropec. Bras.. Rio de Janeiro, v.3, p.223-227, 1968.
- FRANÇA,G.E., CARVALHO,M.M. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. Pesq. Agrop. Bras., Rio de Janeiro, v.5, p.147-153, 1970.
- FREIRE,J.R.J. Fixação do nitrogênio pela simbiose rizóbios/leguminosas. In: CARDOSO,E.J.B.N., TSAI,S.M., NEVES,M.C.P. Microbiologia do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360p., p.126.
- GOEPFERT,C.F., JARDIM FREIRE,J.R. Influência da aeração do solo e da calagem sobre o feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em três solos ácidos do Rio Grande do Sul. Agron. Sulriograndense, Porto Alegre, v.9, n.2, p.143-149, 1973.
- GOMES,F.P. Curso de Estatística Experimental.12.ed. Piracicaba: NOBEL, 1987.403p. cap.9: Experimentos em parcelas subdivididas; experimentos em faixas.
- GOMES FILHO,R.R. Distribuição de umidade num solo podzólico vermelho amarelo irrigado por gotejamento em condições de campo. Fortaleza, 1990. 78p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal do Ceará, 1990.
- GUSS,A., DOBEREINER,J. Efeito da adubação nitrogenada e da temperatura do solo na fixação do nitrogênio em feijão (Phaseolus vulgaris). Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, v.7, p.87-92, 1972.
- JORGE,J.A. Solo: manejo e adubação: compêndio de edafologia.2.ed. São Paulo:NOBEL,1988. 309p.cap.2: A dinâmica do nitrogênio.

- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201p. cap.4: Determinações analíticas.
- MANARA, W., MANARA, N.T.F., VEIGA, P., et al.. A cultura da lentilha. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.61-70, 1992.
- MOTA, F.O.B., SILVA, P.S.L., Regime hídrico e térmico de solos do estado do Ceará I- Podzólico Vermelho-Amarelo, equivalente eutrófico, do município de Fortaleza, Ciên. Agron., Fortaleza, v.8, n. 1-2, p. 3-8, 1978.
- OLIVEIRA, I.P., CARVALHO, A.M. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmido e semi-árido do Brasil, In: ARAÚJO, J.P.P.de, WATT, E.E.. O caupi no Brasil. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1988. 695p., p.63-96.
- OLIVEIRA, I.P.de, DANTAS, J.P. Nutrição mineral do caupi. In: ARAÚJO, J.P.P.de, WATT, E.E. O caupi no Brasil. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1988. 695p.. p.405-430.
- PAIVA, J.B., ALBUQUERQUE, J.J.L. Ensaio de adubação mineral NPK em feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl.) no Ceará. Pesq. Agrop. Nord., Recife, v.2, n.2, p.53-56, 1970.
- PAIVA, J.B., ALBUQUERQUE, J.J.L., BEZERRA, F.F. Adubação mineral em feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl.) no Ceará-Brasil. Ciên. Agron., Fortaleza, v.1, n.2, p.75-78, 1971.
- PAIVA, J.B., ALVES, J.F., FROTA, J.N.E. Adubação nitrogenada e fosfatada em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Ciên. Agron., Fortaleza, v.3, n.1-2, p.55-60, 1973.

- PONS, A.L., GOEPEFERT, C.F. Efeito da adubação nitrogenada em feijoeiro. I- Solo Camaquã. *Agron. Sulriograndense*, Porto Alegre, v.11, n.2, p.259-266, 1975.
- PONS, A.L., GOEPEFERT, C.F., OLIVEIRA, .C. Efeito da adubação nitrogenada em feijoeiro. II- Solo Vila. *Agron. Sulriograndense*, Porto Alegre, v.12, n.1 , p.201-206, 1976.
- REBOUÇAS, M.A.A. Estudo da adubação nitrogenada e fosfatada do feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi, pela análise química das folhas. Fortaleza, 1976. 44p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, 1976.
- ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato., 1987, 93p. (Boletim técnico, 8).
- RUSCHEL, A.P. Fixação biológica do nitrogênio. In: FERRI, M.G. (Coord.) **Fisiologia vegetal**. 2 ed. São Paulo: EPU, 1985. 2v. v.1. p.167-180.
- RUSCHEL, A.P., RUSCHEL, R. Avaliação da fixação simbiótica de nitrogênio em feijão. *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro, v.10, n.11, p.11-17, 1975a.
- RUSCHEL, A.P., RUSCHEL, R. Sinergia da absorção de nitrogênio do solo e da fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico dirigida para o aumento do nitrogênio total da soja (Glycine max (L.) Merril). *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro, v.10, p.37-40, 1975.
- RUSCHEL, A.P., REUSZER, H.W. Fatores que afetam a simbiose, Rhizobium phaseoli - Phaseolus vulgaris. *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro, v.8, p.227-292, 1973.

- RUSCHEL, A.P., RUSCHEL,R., ALMEIDA,D.L.,et al.. Influência do nitrogênio mineral e orgânico na fixação simbiótica de nitrogênio em soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Rio de Janeiro, v.9, p.125-129, 1974. Sér. Agron..
- RUSCHEL,A.P., SAITO,S.M.T., TULMANN NETO,A. Eficiência da inoculação de Rhizobium em Phaseolus vulgaris L. I- Efeito de fontes de nitrogênio e cultivares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 3:13-17, 1979.
- RUSCHEL,A.P., VOSE,P.B., MATSUI,E.,et al.. Field evaluation of N₂-fixation and nitrogen utilization by Phaseolus bean varieties determined by ¹⁵N isotope dilution. In:REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO,1. Goiânia, Anais:... Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.317.
- STONE,L.F., MOREIRA,J.A.A. Irrigação do feijoeiro. Goiânia: EMBRAPA/CNPAP. 1986. 31p.. (Circular técnica,.20).
- TEIXEIRA,S.M., MAY,H.P., SANTANA,A.C. de. Produção e importância econômica do caupi no Brasil. In:ARAÚJO,J.P.P. de, WATT,E.E. O caupi no Brasil. Brasília:EMBRAPA/CNPAP, 1988. 695p.,p.99-136.
- VARGAS,A.A.T., SILVEIRA,J.S.M., ATHAYDE,J.T., et al.. Comparação entre genótipos de feijão quanto à capacidade nodulante e à produtividade com inoculação com rizóbios e/ou adubação de N-Mineral. **Revis. Bras. Ciên. Solo**, Campinas, v.15, p.267-272, 1991.
- VASCONCELOS,I., ALVES,J.F., LIMA,I.T. Nodulação do feijao-de-corda Vigna sinensis (L.) Savi, ao longo do ciclo cultural da planta. **Ciên. Agron.**, v.6, n.1-2, p.11-15, 1976a.

- VASCONCELOS, I., ALVES, J.F., LANDIM, C.U., et al.. Distribuição de nódulos eficientes e ineficientes nas raízes do feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi.. Ciên. Agron... Fortaleza, v.7, n.1-2, p.79-86, 1977.
- VASCONCELOS, I., LIMA, I.T., ALVES, J.F. Desempenho de nove estirpes de Rhizobium sp. em simbiose com feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi, Ciên. Agron., Fortaleza, v.5, n.1-2, p.1-6, 1975.
- VASCONCELOS, I., MAMEDE, F.B.F., SOBRAL, C.A.M., et al. Confornto entre inoculação artificial de rizóbio e adubação nitrogenada em amendoim, Arachis hypogea L., em duas microrregiões homogêneas do Estado do Ceará, Brasil. Ciên. Agron., v.7, n.1-2, p.65-70, 1977a.
- VASCONCELOS, I., PAIVA, J.B., CRISÓSTOMO, L.A., et al. Confronto entre inoculação articial de rizóbios e a adubação nitrogenada em feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi em duas micro-regiões homogêneas do Estado do Ceará-Brasil. Ciên. Agron., Fortaleza, v.6, n.1-2, p.105-108, 1976b.
- VASCONCELOS, I., PAIVA, J.B., FORTA, J.N.E. Efeito da interação rizóbio-adubação nitrogenada em soja, Glycine max (L.) Merril. Ciên. Agron. Fortaleza, v.4, n.1-2, p.99-104, 1974.
- VASCONCELOS, I., PAIVA, J.B., HOLANDA, F.J.M., et al. Efeito da interação rizóbio-adubação nitrogenada em feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi, em podzol arenoso do Ceará - Relatório de pesquisa. Fortaleza:UFC/Departamento de Fitotecnia, 1977c, p.86-93.
- VIEIRA, R.F. A cultura do feijão fava. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.33, 1992.
- VIEIRA, R.F., SALGADO, L.T. A cultura do guandu. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.58, 1992.

WEBER, C.R. Nodulation and nonnodulating soybean isolines: II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. *Agron. Journal*, v.58, p.46-49, 1966.

WESTERMANN, D.T., KLEINKOPF, G.E., PORTER, L.K., et al. Nitrogen Source for Bean Seed Production, *Agron. Journal*, v.73, p.660-664, 1981.